دانشگاه صنعتی امیرکبیر

برنامه آموزشی دوره کارشناسی

مهندسی مواد و متالورژی

گروه فنی و مهندسی

مصوب در جلسه مشترک شورای برنامه ریزی و شورای بازنگری برنامه های آموزشی دانشگاه صنعتی امیرکبیر

مورخ ۹۶/۰۵/۱۱

مقدمه

گروه مهندسی متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر با بیش از ۲۰ سال سابقه در آموزش و پژوهش در حوزه مهندسی مواد و متالورژی در راستای تحقق برنامه راهبردی آموزش دانشگاه صنعتی امیرکبیر و با استناد به رویه "اصلاح ساختار و برنامه‌های آموزشی کارشناسی" اقدام به تدوین برنامه کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی نمود. در سال‌های نه چندان دور، سیستم آموزش کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی در ایران (و حتی در دنیا) متمرکز بر مواد فلزی بوده است؛ ولی با توجه به روند توسعه و پیشرفت این رشته در چند دهه گذشته، گستره این رشته طیف وسیعی از مواد را در بر گرفته است؛ از مواد فلزی گرفته تا مواد سرامیکی، پلیمری و کامپوزیتی. این روند کلی در برنامه اصلاح ساختار مورد توجه قرار گرفت و به این منظور، برنامه‌های درسی رشته‌های مهندسی مواد و متالورژی بسیاری از دانشگاه‌های آمریکای شمالی، اروپا، استرالیا، ایران و آسیا مورد مطالعه و بهره‌برداری قرار گرفت. برنامه پیش‌رو مطابق با روند توسعه این رشته بدون گرایش و مشتمل بر تمام مواد مهندسی است.

اهداف برنامه آموزشی

هدف از تهیه برنامه‌ی آموزشی دوره کارشناسی رشته مهندسی مواد و متالورژی، ایجاد یک برنامه‌ی به‌روز، انعطاف‌پذیر و رقابت‌پذیر بوده؛ به‌گونه‌ای که بتواند به حل مشکلات و نیز بهبود و ارتقاء صنایع مرتبط با حوزه‌ی مواد و متالورژی بپردازد. مسئولیت این برنامه‌ی آموزشی، تربیت مهندسانی است که تسلط گسترده بر مبانی مهندسی و علم مواد و متالورژی داشته، و با اولویت مواد فلزی در تمام شاخه‌های مربوط به مواد امکان کارآفرینی، استخدام یا ادامه تحصیل داشته باشند. جهت‌گیری برنامه در استفاده بهینه از نقاط قوت دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر در مواد فلزی و جامعیت بخشی موضوعات با وارد شدن دروس مواد غیرفلزی در این برنامه است. به طور خلاصه اهداف این برنامه شامل موردهای زیر است.

۱) تربیت مهندسان توانا، موثر و با اخلاق حرفه‌ای در موقعیت‌های شغلی و حوزه‌های مرتبط با مهندسی مواد و متالورژی

۲) تربیت فارغ التحصیلانی با انگیزه برای رشد فردی و توانایی فراگیری مستمر در صنعت یا در مراکز عالی آموزشی و پژوهشی

۳) توسعه و بهبود کیفیت کار گروهی و ارتباط حرفه‌ای بین رشته‌ای در راستای پیشرفت صنعت و رشد اقتصادی کشور

توانایی‌های فارغ التحصیلان

۱- توانا در استفاده از دانش و منطق ریاضی در کاربردهای مهندسی

۲- توانا در استفاده از دانش علوم تجربی پایه (فیزیک و شیمی) در کاربردهای مهندسی

۳- مسلط بر مبانی مهندسی و علم مواد و متالورژی، درک رابطه ساختار و خواص مواد و توانایی به‌کارگیری آن‌ها

۴- توانا در طراحی مهندسی

۵- توانایی حل مساله مهندسی، درک مساله، طرح مساله و خلاقیت در یافتن راه حل و انتخاب بهینه

۶- توانایی طراحی و انجام آزمایش و تجزیه و تحلیل داده‌ها

۷- شناخت فرآیندهای تولید و ساخت (تولید و سنتز مواد، ساخت قطعات مهندسی)

۸- توانایی طراحی و انتخاب مواد و شناخت خواص و ساختار مواد

۹- آشنا به اخلاق حرفه ای و اخلاق مهندسی

۱۰- آشنا با مهندسی محیط زیست، ایمنی و سلامت

۱۱- توانایی ارتباط موثر، ارائه کتبی و شفاهی مطالب علمی و مهندسی

۱۲- آشنایی با ابزار، دستگاه ها و نرم افزارهای مرتبط با حوزه مهندسی مواد و متالورژی

۱۳- آگاهی از مسایل روز اجتماعی که در ارتباط با مهندسی هستند (مانند انرژی و آلاینده‌ها، منابع طبیعی، توسعه پایدار، منابع انسانی)

۱۴- توانایی برقراری مؤثر ارتباط و کار به‌صورت عضوی از یک تیم و یا به عنوان مدیر تیم

۱۵ - آشنا به مفاهیم اولیه کسب و کار، اقتصاد مهندسی و کارآفرینی

در جدول ۱ ارتباط بین توانایی‌های فارغ التحصیلان به اهداف برنامه آموزشی نشان داده شده است. در جدول ۹ پس از معرفی دروس، ارتباط بین دروس برنامه و توانایی‌های مورد نظر فارغ التحصیلان مشخص شده است.

جدول ۱ - ارتباط توانایی‌های فارغ التحصیلان به اهداف برنامه آموزشی

	توانمندی‌ها															
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
اهداف	۱	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	۲				✓	✓	✓	✓	✓							✓
	۳				✓	✓				✓	✓	✓		✓	✓	✓

ساختار کلی برنامه و نحوه اخذ دروس

برنامه درسی پیشنهادی بدون گرایش بوده و شامل دروس عمومی، پایه، اصلی، تخصصی و اختیاری است. گذراندن دروس عمومی، پایه و اصلی برای تکمیل دوره اجباری است. همچنین دانشجویان ملزم به گذراندن حداقل ۲۰ واحد از ۲۸ واحد مجموعه دروس تخصصی می‌باشند که اخذ دروس ستاره‌دار (ردیف ۱ و ۲) از لیست دروس تخصصی الزامی است. گذراندن ۱۵واحد درس اختیاری برای تکمیل این دوره ضروری است. دانشجویانی‌که ۲۲ واحد عمومی بگذرانند، با ۱۴۲ واحد فارغ‌التحصیل می‌شوند.

با توجه به گستردگی علوم مرتبط با این رشته، سه بسته درسی در سه حوزه مختلف به عنوان دروس اختیاری تعریف شده است. این بسته ها عبارتند از "تولید و سنتز مواد"، "فرایندهای ساخت" و "مهندسی و علم مواد". دروس مقدماتی که دانشجویان را با این حوزه های تخصصی آشنا می‌کند در مجموعه دروس تخصصی ارایه شده اند. دانشجویانی که علاقه مند به تمرکز بیشتر در یک حوزه از این سه زمینه هستند می‌توانند دروس اختیاری را از بسته مورد نظر خود اخذ نمایند. برای آن دسته از دانشجویان که تعداد مشخصی واحد اختیاری غیر مشترک بین بسته ها را از یک بسته بگذرانند، امکان اخذ گواهی گذراندن دروس بسته خاص مطابق مقررات دانشگاه وجود دارد.

دانشجویان می‌توانند تعدادی از دروس اختیاری خود را از دروس ارائه شده توسط سایر دانشکده ها اخذ نمایند. شرایط اخذ درس از سایر دانشکده ها و امکان اخذ گواهی برای گذراندن این دروس تابع مصوبات دانشگاه و گروه آموزشی خواهد بود.

دانشجویان مجازند دروس اختیاری خود را از بسته های مختلف و نیز از دروس باقیمانده مجموعه دروس تخصصی (جدول ۶) اخذ نمایند. با توجه به اهمیت دروس عملی، اخذ حداقل ۳ واحد آزمایشگاه از مجموعه جداول ۶ الی ۹ الزامی است.

شرح اجمالی برنامه در جدول ۲ آمده است. جداول ۳ الی ۹ بترتیب دروس عمومی، پایه، اصلی، تخصصی، و بسته‌های اختیاری تولید و سنتز مواد، فرایندهای ساخت، و مهندسی و علم مواد را نمایش می‌دهد.

جدول ۲ – مجموعه کلی دروس برنامه کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی

نوع درس	تعداد واحد	توضیحات	جدول
عمومی	۲۲	مطابق برنامه دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۳
پایه	۲۷	۲۳ واحد نظری و ۴ واحد عملی	۴
اصلی	۵۸	۵۰ واحد نظری، ۳ واحد عملی، ۲ واحد کارآموزی و ۳ واحد پروژه	۵
تخصصی *	۲۰	۲۸ واحد (۲۵ واحد نظری و ۳ واحد عملی)	۶
اختیاری *	۱۵	تولید و سنتز مواد (۲۴ واحد) فرایندهای ساخت (۲۳ واحد) مهندسی و علم مواد (۲۳ واحد) بسته دروس اختیاری از سایر دانشکده‌ها	۷ الی ۹

*** شرح کامل در متن**

جدول ۳ – مجموعه دروس عمومی

لیست دروس عمومی			
ردیف	**گرایش**	**عنوان**	**تعداد واحد**
۱	مبانی نظری اسلام (*)	اندیشه اسلامی ۱ (مبدأ و معاد)	۲
		اندیشه اسلامی ۲ (نبوت و امامت)	۲
		انسان در اسلام	۲
		حقوق اجتماعی و سیاسی در اسلام	۲
۲	اخلاق در اسلام(**)	فلسفه اخلاق (با تکیه بر مباحث تربیتی)	۲
		اخلاق اسلامی (مبانی و مفاهیم)	۲
		آیین زندگی (اخلاق کاربردی)	۲
		عرفان عملی در اسلام	۲
		اخلاق مهندسی	۲
۳	انقلاب اسلامی (**)	انقلاب اسلامی ایران	۲
		آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	۲
		اندیشه سیاسی امام خمینی «ره»	۲
۴	تاریخ و تمدن اسلامی (**)	تاریخ فرهنگ و تمدن اسلامی	۲
		تاریخ تحلیلی صدر اسلام	۲
		تاریخ امامت	۲
۵	آشنایی با منابع اسلامی (**)	تفسیر موضوعی قرآن	۲
		تفسیر موضوعی نهج البلاغه	۲
۶	–	زبان فارسی	۳
۷	–	زبان انگلیسی ۱	۱
۸	–	زبان انگلیسی ۲	۲
۹	–	تربیت بدنی ۱	۱
۱۰	–	تربیت بدنی ۲	۱
۱۱	–	دانش خانواده و جمعیت	۲
جمع کل واحدهای عمومی			**۲۲**

*** انتخاب دو درس از این گروه الزامی است.**

**** انتخاب یک درس از هر یک از این گروه‌ها الزامی است.**

***** اخذ این دروس الزامی است.**

جدول ۴ – مجموعه دروس پایه

لیست دروس پایه				
ردیف	عنوان درس	واحد		پیش‌نیاز (هم‌نیاز)
		نظری	عملی	
۱	ریاضی ۱	۳		-
۲	ریاضی ۲	۳		ریاضی ۱
۳	معادلات دیفرانسیل	۳		(ریاضی ۲)
۴	برنامه‌نویسی کامپیوتر	۳		-
۵	محاسبات عددی	۲		برنامه‌نویسی کامپیوتر
۶	فیزیک ۱	۳		-
۷	آزمایشگاه فیزیک ۱		۱	(فیزیک ۱)
۸	فیزیک ۲	۳		فیزیک ۱
۹	آزمایشگاه فیزیک ۲		۱	(فیزیک ۲)
۱۰	شیمی عمومی	۳		-
۱۱	آزمایشگاه شیمی		۱	(شیمی عمومی)
۱۲	کارگاه عمومی		۱	-
جمع		**۲۳**	**۴**	

جدول ۵ – مجموعه دروس اصلی

لیست دروس اصلی				
ردیف	**عنوان درس**	**واحد**		**پیش‌نیاز (هم‌نیاز)**
		نظری	عملی	
۱	ریاضیات مهندسی	۳		معادلات دیفرانسیل
۲	نقشه‌کشی صنعتی	۱	۱	-
۳	استاتیک	۳		فیزیک ۱
۴	مقاومت مصالح	۳		استاتیک
۵	مبانی مهندسی برق	۳		فیزیک ۲
۶	آشنایی با مهندسی مواد و متالورژی	۱		-
۷	بلورشناسی	۳		(شیمی عمومی)
۸	پدیده‌های انتقال	۳		معادلات دیفرانسیل
۹	شیمی فیزیک مواد	۳		فیزیک ۱، (ریاضی ۲)
۱۰	ترمودینامیک مواد	۳		شیمی فیزیک مواد
۱۱	متالورژی فیزیکی ۱	۳		بلورشناسی و پراش پرتوی ایکس
۱۲	آزمایشگاه متالوگرافی		۱	متالورژی فیزیکی ۱
۱۳	متالورژی فیزیکی ۲	۲		متالورژی فیزیکی ۱
۱۴	انجماد فلزات	۲		پدیده‌های انتقال - متالورژی فیزیکی ۱
۱۵	خواص مکانیکی مواد ۱	۳		مکانیک مواد، متالورژی فیزیکی ۱
۱۶	آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد		۱	خواص مکانیکی مواد ۱
۱۷	شیمی مواد	۳		شیمی عمومی
۱۸	فیزیک مواد	۲		فیزیک ۲
۱۹	الکتروشیمی و خوردگی	۳		ترمودینامیک مواد ۱
۲۰	سینتیک مواد	۳		شیمی فیزیک مواد، پدیده‌های انتقال
۲۱	روش‌های شناسایی و آنالیز مواد	۳		گذراندن ۸۰ واحد
۲۲	کارآموزی		۲	گذراندن ۸۰ واحد
۲۳	پروژه کارشناسی		۳	گذراندن ۱۰۰ واحد
جمع		**۵۰**	**۸**	

جدول ۶ – مجموعه دروس تخصصی

لیست دروس تخصصی مهندسی مواد و متالورژی				
ردیف	**عنوان درس**	**واحد**		**پیش‌نیاز (هم‌نیاز)**
		نظری	عملی	
۱	اصول تولید فلزات ۱ *	۳		ترمودینامیک مواد
۲	آشنایی با فرایندهای ساخت *	۳		خواص مکانیکی مواد ۱
۳	مواد پیشرفته	۳		فیزیک مواد
۴	عملیات حرارتی	۲		متالورژی فیزیکی ۲
۵	اصول شکل‌دهی مواد	۳		خواص مکانیکی مواد ۱
۶	ریخته‌گری	۳		نقشه کشی صنعتی- پدیده‌های انتقال
۷	جوشکاری و اتصال مواد	۳		متالورژی فیزیکی ۱
۸	طراحی و انتخاب مواد مهندسی	۳		گذراندن ۱۰۰ واحد
۹	بازیافت مواد فلزی	۲		اصول تولید فلزات ۱
۱۰	کارگاه محاسبات مهندسی		۱	برنامه‌نویسی کامپیوتر
۱۱	آزمایشگاه روش‌های شناسایی و آنالیز مواد		۱	روش‌های شناسایی و آنالیز مواد
۱۲	آزمایشگاه خوردگی و پوشش		۱	الکتروشیمی و خوردگی
جمع		**۲۵**	**۳**	

* گذراندن دروس ستاره‌دار (ردیف ۱ و ۲) از لیست دروس تخصصی الزامی است.

- گذراندن حداقل ۲۰ واحد از ۲۸ واحد مجموعه دروس تخصصی الزامی است.

- گذراندن حداقل ۳ واحد آزمایشگاه/ کارگاه از مجموعه جداول ۶ الی ۹ الزامی است.

جدول ۷ – مجموعه دروس بسته اختیاری تولید وسنتز

لیست دروس بسته اختیاری تولید وسنتز				
ردیف	**عنوان درس**	**واحد**		**پیش‌نیاز (هم‌نیاز)**
		نظری	عملی	
۱	اصول تولید فلزات ۲	۳		اصول تولید فلزات ۱
۲	تولید فلزات غیرآهنی	۳		اصول تولید فلزات ۱
۳	تولید آهن و فولاد	۲		اصول تولید فلزات ۱
۴	توسعه پایدار در تولید فلزات	۲		گذراندن ۱۰۰ واحد
۵	کنترل فرایندها	۳		ریاضیات مهندسی
۶	سنتز مواد در انرژی‌های نوین	۲		شیمی مواد – اصول تولید فلزات ۱
۷	فرایندهای زیستی در مهندسی متالورژی	۲		اصول تولید فلزات ۱
۸	آزمایشگاه تولید فلزات		۱	اصول تولید فلزات ۱
۹	زبان تخصصی	۲		گذراندن ۸۰ واحد
۱۰	مدیریت و اقتصاد مهندسی	۲		گذراندن ۸۰ واحد
۱۱	روش تحقیق و گزارش‌نویسی	۲		گذراندن ۶۰ واحد
	جمع	**۲۳**	**۱**	

جدول ۸ – مجموعه دروس بسته اختیاری فرایندهای ساخت

لیست دروس بسته اختیاری فرایندهای ساخت				
ردیف	**عنوان درس**	**واحد**		**پیش‌نیاز (هم‌نیاز)**
		نظری	عملی	
۱	مهندسی سطح و پوشش‌ها	۳		الکتروشیمی و خوردگی
۲	مهندسی پودر	۲		گذراندن ۱۰۰ واحد
۳	خواص مکانیکی مواد ۲	۳		خواص مکانیکی مواد ۱
۴	بررسی‌های غیر مخرب	۲		آشنایی با فرایندهای ساخت
۵	مواد مرکب	۲		گذراندن ۱۰۰ واحد
۶	آزمایشگاه شکل‌دهی مواد و پودر		۱	اصول شکل‌دهی مواد
۷	آزمایشگاه عملیات حرارتی		۱	عملیات حرارتی
۸	آزمایشگاه اتصال مواد و بررسی‌های غیر مخرب		۱	جوشکاری و اتصال مواد
۹	آزمایشگاه انجماد و ریخته‌گری		۱	ریخته‌گری
۱۰	زبان تخصصی	۲		گذراندن ۸۰ واحد
۱۱	مدیریت و اقتصاد مهندسی	۲		گذراندن ۸۰ واحد
۱۲	روش تحقیق و گزارش‌نویسی	۲		گذراندن ۶۰ واحد
جمع		**۱۹**	**۴**	

جدول ۹ – مجموعه دروس بسته اختیاری مهندسی و علم مواد

لیست دروس بسته اختیاری مهندسی و علم مواد				
ردیف	**عنوان درس**	**واحد**		**پیش‌نیاز (هم‌نیاز)**
		نظری	عملی	
۱	مهندسی و علم مواد محاسباتی	۳		گذراندن ۱۰۰ واحد
۲	اصول مهندسی پلیمر	۳		شیمی مواد
۳	اصول مهندسی سرامیک	۳		شیمی مواد و فیزیک مواد
۴	بیومواد	۲		شیمی مواد
۵	فیزیک مدرن در مهندسی	۳		فیزیک مواد
۶	نانو مواد	۲		گذراندن ۱۰۰ واحد
۷	آزمایشگاه شیمی مواد		۱	شیمی مواد
۸	زبان تخصصی	۲		گذراندن ۸۰ واحد
۹	مدیریت و اقتصاد مهندسی	۲		گذراندن ۸۰ واحد
۱۰	روش تحقیق و گزارش‌نویسی	۲		گذراندن ۶۰ واحد
جمع		**۲۲**	**۱**	

جدول ۱۰ - ارتباط دروس به توانایی‌های فارغ التحصیلان

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
دروس پایه	ریاضی ۱	✓														
	ریاضی ۲	✓														
	معادلات دیفرانسیل	✓														
	محاسبات عددی	✓			✓	✓	✓									
	برنامه نویسی کامپیوتر	✓			✓	✓							✓			
	فیزیک ۱	✓	✓													
	آز فیزیک ۱						✓					✓			✓	
	فیزیک ۲	✓	✓													
	آز فیزیک ۲						✓					✓			✓	
	شیمی عمومی		✓													
	آز شیمی عمومی						✓					✓			✓	
	کارگاه عمومی						✓						✓		✓	✓
دروس اصلی	آشنایی با مهندسی مواد و متالورژی			✓	✓			✓		✓	✓			✓		✓
	ریاضیات مهندسی	✓		✓	✓											
	نقشه کشی صنعتی	✓		✓	✓			✓				✓	✓			
	استاتیک	✓	✓		✓	✓										
	مبانی مهندسی برق	✓	✓		✓	✓										
	مقاومت مصالح		✓	✓	✓	✓										
	بلورشناسی		✓	✓												
	پدیده های انتقال	✓	✓	✓	✓	✓										
	شیمی فیزیک مواد	✓	✓	✓												
	ترمودینامیک مواد		✓	✓	✓	✓										
	متالورژی فیزیکی ۱		✓	✓		✓			✓				✓			
	متالورژی فیزیکی ۲		✓	✓		✓			✓							
	آز متالوگرافی						✓					✓	✓		✓	
	خواص مکانیکی مواد ۱		✓	✓		✓			✓							
	شیمی مواد		✓	✓		✓	✓		✓							
	فیزیک مواد		✓	✓					✓				✓			
	آز خواص مکانیکی مواد						✓					✓	✓		✓	

	روش‌های شناسایی وآنالیز		✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓			
	الکتروشیمی و خوردگی		✓	✓	✓	✓			✓				✓		✓	
	انجماد فلزات		✓	✓					✓							
	کارآموزی					✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	سینتیک مواد	✓	✓	✓	✓											
	پروژه کارشناسی					✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓
دروس تخصصی	اصول تولید فلزات ۱			✓	✓	✓			✓		✓	✓		✓	✓	✓
	آشنایی با فرایندهای ساخت			✓	✓	✓		✓	✓		✓			✓		✓
	مواد پیشرفته			✓				✓			✓			✓		✓
	عملیات حرارتی			✓		✓		✓	✓					✓		✓
	ریخته گری			✓	✓	✓			✓		✓			✓		✓
	اصول شکل دهی مواد			✓	✓	✓			✓					✓		
	طراحی و انتخاب مواد مهندسی			✓	✓	✓		✓	✓		✓					✓
	جوشکاری و اتصال مواد			✓	✓	✓			✓					✓		✓
	بازیافت مواد فلزی				✓	✓			✓		✓			✓		✓
	کارگاه محاسبات مهندسی						✓					✓	✓		✓	
	آز روشهای شناسایی و آنالیز مواد						✓					✓	✓		✓	
	آز خوردگی و پوشش دادن						✓					✓	✓		✓	
دروس بسته های اختیاری	مدیریت و اقتصاد مهندسی				✓	✓				✓	✓			✓	✓	✓
	زبان تخصصی						✓						✓			
	روش تحقیق و گزارش نویسی						✓	✓		✓			✓			
	اصول تولید فلزات ۲			✓	✓	✓			✓		✓			✓	✓	✓
	تولید فلزات غیرآهنی			✓					✓		✓			✓		✓
	تولید آهن و فولاد			✓					✓		✓			✓		✓
	سنتز مواد در انرژیهای نوین		✓	✓		✓			✓		✓			✓		✓
	آز تولید فلزات						✓					✓	✓		✓	
	فرایندهای زیستی در مهندسی متالورژی				✓	✓			✓		✓					
	توسعه پایدار در تولید فلزات				✓	✓				✓	✓	✓		✓		✓
	کنترل فرایندها	✓			✓	✓						✓				
	مهندسی پودر			✓					✓							✓

	بررسی های غیر مخرب		✓	✓		✓												✓
	مهندسی سطوح و پوشش‌ها		✓			✓		✓	✓		✓			✓			✓	✓
	خواص مکانیکی مواد ۲		✓	✓	✓	✓			✓									
	مواد مرکب		✓					✓	✓						✓			
	آز انجماد و ریخته گری						✓					✓	✓			✓		
	آز شکل دهی مواد و پودر						✓					✓	✓			✓		
	آز عملیات حرارتی						✓					✓	✓			✓		
	آز اتصال مواد و بررسی‌های غیر مخرب		✓			✓		✓	✓		✓			✓			✓	✓
	مهندسی و علم مواد محاسباتی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓				✓			
	اصول مهندسی پلیمر		✓	✓				✓	✓			✓				✓		
	اصول مهندسی سرامیک		✓	✓				✓	✓							✓		
	بیومواد		✓	✓				✓	✓							✓		
	نانو مواد		✓	✓				✓	✓			✓				✓		
	آز شیمی مواد						✓						✓	✓			✓	
	فیزیک مدرن در مهندسی	✓	✓	✓														

مجموعه دروس اصلی

۱. عنوان فارسی درس: **ریاضیات مهندسی**

عنوان انگلیسی درس: **Engineering Matematics**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): معادلات دیفرانسیل

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با کاربرد ریاضیات در حل مسایل مهندسی، شامل سیستم‌های جبری که با معادلات دیفرانسیل بیان می‌شوند و توابع اتفاقی که با نظریه احتمالات و آمار بیان می شوند

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

سریها، انتگرالها، و تبدیلات فوریه:

– سری‌های فوریه، سری فوریه دوگانه، انتگرال فوریه، صورت مختلط سری و انتگرال فوریه، تبدیلات فوریه

معادلات با مشتقات جزیی:

– مقدمه، مسایل با اولیه و کرانه‌ای، حل دالامبر معادله موج، مسئله گرما، حل مسئله موج در فضای دوبعدی، حل معادلات پوآسون و لاپلاس، حل معادله لاپلاس برای کره، حل مسئله ارتعاش یک ناحیه مستدیر، حل معادلات مشتق جزیی با تبدیل فوریه و لاپلاس

توابع مختلط:

– اعداد مختلط، نواحی در صفحه مختلط، توابع مختلط، توابع همساز، نگاشت‌های همدیس

انتگرال‌گیری از توابع مختلط:

– انتگرال‌گیری روی خط در صفحه مختلط، خواص انتگرال روی خط مختلط، سری‌های توانی، سری‌های تیلور و لوران، محاسبه مقادیر مانده‌ها، محاسبه انتگرال حقیقی به کمک انتگرال‌گیری به روش مختلط

مقدمه‌ای بر آمار مهندسی:

– مقدمه و تعاریف، آمار توصیفی، نظریه مجموعه‌ها فضای نمونه، آنالیز ترکیبی،
– احتمال، متغیرهای تصادفی (پیوسته، گسسته، و تابع توزیع احتمال)، نوزیع‌های متغیرهای تصادفی گسسته مثل توزیع یکنواخت، توزیع برنولی، توزیع دو جمله‌ای و چند جمله‌ای،
– بررسی چند توزیع پیوسته (یکنواخت، نمایی، گاما)، آماره‌ها و توزیع آنها، تئوری تخمین، آزمون نرخ‌ها، رگرسیون، تحلیل واریانس

۴. مرجع‌های درس

1- Erwin Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics - Wiley – 2006
۲– ریاضیات مهندسی، حجت ا.. ادیبی، سید احسان بنی فاطمی، آزاده چاپ ششم، ۱۳۸۹
۳– ریاضیات مهندسی، عبدی و شیدفر، انتشارات لوتوس، ۱۳۹۶

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **استاتیک**

عنوان انگلیسی درس: **Statics**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): فیزیک ۱

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با برآیندگیری نیرو و گشتاور به کمک معادلات تعادل به منظور تعیین شرایط پایداری یا سکون اجسام صلب

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه، کمیات اسکالر و برداری و عملیات برداری

– بردار واحد، مولفه های متعامد یک بردار، کسینوسهای هادی
– مولفه‌های بردار و تجزیه بردارها
– جمع، ضرب و تفریق بردارها با بیان دکارتی

انواع نیرو، معادلات نیرو و برایند نیروها

– تعریف نیرو و انواع آن، برایند یک سامانه نیرو
– تعادل یک ذره و معادلات تعادل نیروهای وارد بر آن
– انواع تکیه‌گاه‌های نیرو

انواع لنگر، معادلات لنگر و برایند لنگرها

– لنگر نسبت به یک نقطه، لنگر نسبت به یک محور
– زوج نیرو و برایند آچاری، انواع تکیه‌گاه لنگر واکنشی بر یک جسم

تعادل یک جسم صلب

– بیان معادلات تعادل نیروها و لنگرهای وارد بر یک جسم
– حالت‌های گوناگون برآیندها

اصطکاک و مفاهیم آن

– انواع اصطکاک، کاربرد اصطکاک خشک و معادلات آن
– اصل کار مجازی

سطح و مشخصات سطح در تعادل اجسام در لنگر

– سطح محدود ومستوی، لنگر ایستایی یک سطح محدود و مستوی نسبت به یک محور
– تعیین مرکز هندسی سطح، قضایای پاپوس گلدینوس و موارد استفاده
– لنگر اینرسی قطبی یک سطح محدود و مستوی نسبت به یک نقطه
– قضیه محورهای موازی، شعاع ژیراسیون قطبی یک سطح
– لنگر اینرسی حاصل‌ضرب یک سطح محدود و مستوی نسبت به دو محور متعامد، قضیه محورهای موازی
– لنگرهای اینرسی اصلی، دایره موهر و اینرسی

خرپا و تحلیل بارگذاری آن‌ها

– خرپای صفحه‌ای معین و نامعین، روش گره و روش مقطع در تحلیل خرپا
– نرم افزارهای آموزشی تحلیل خرپا

تیرها و تحلیل بارگذاری آن‌ها

– تلاش‌ها (نیروها و لنگرهای داخلی) در تیرها
– معادلات و نمودار تلاش در تیرها
– نرم افزارهای آموزشی تحلیل تیرها

کابل‌ها و تحلیل بارگذاری آن‌ها

– تعیین واکنش تکیه‌گاهی، بررسی نیروی کششی در کابل با بارهای متمرکز
– کابل سهمی شکل با بار گسترده، کاربرد کابل‌ها

قاب‌ها و تحلیل بارگذاری آن‌ها

– تلاش‌ها معادلات تلاش در قاب ها
– رسم نمودار تلاش و کاربرد آن‌ها

قوس‌ها و تحلیل بارگذاری آن‌ها

– قوس‌های معین استاتیکی
– تلاش در قوس‌ها، معادلات تلاش، نمودارها و کاربرد

۴. مرجع‌های درس:

1- “Statics”, J. L. Meriam, L. G. Kraige; John Wiley, 7th Ed. 2011
2- “Engineering Mechanics: Statics”, R. C. Hibbeler; Pearson, 13th Edition, 2013

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: در این درس چگونگی انجام عملیات برداری (جمع ، تفریق، ضرب داخلی و ضرب برداری) با بیان دکارتی، معادلات تعادل نیرو، انواع لنگرها (شامل لنگر اینرسی سطوح) به منظور حل مسایل استاتیکی، تعیین شرایط پایداری سازه‌هایی چون خرپا، قاب‌ها، تکیه‌گاه‌ها، تیرها، کابل‌ها، اجسام صلب و سایر سازه‌های مهندسی تکیه‌گاه‌دار آموزش داده می‌شود

۱. عنوان فارسی درس: **مقاومت مصالح**

عنوان انگلیسی درس: **Mechanics of Materials**

دسته‌بندی: اصلی	نوع: نظری	پیش‌نیاز (هم‌نیاز): استاتیک
تعداد واحد: **۳**	تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با انواع تنش، کرنش و بارگذاری‌ها به همراه تعیین معادلات بنیادی مواد

۲ـ توانمندی به‌کارگیری معادلات بنیادی در تعیین مقاومت مواد مهندسی در بارگذاری های مختلف

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

تنش و کرنش

–معرفی تنش و انواع آن

–معرفی کرنش و انواع آن

–کاربرد مهندسی تنش و کرنش در فضای ۲ و۳ بعدی

آزمایش کشش ساده :

–ماده شکل پذیر و ماده شکننده

– فنریت و طاقت ماده

– تغییرطول میله های با نیروی محوری

خواص مکانیکی مواد در مقاومت مصالح

–ضریب کشسانیE ، ضریب پوآسون ، ضریب صلبیتG ماده ، قانون ساده و عمومی Hooke،

– تنش حجمی و کرنش حجمی، ضریب کشسانی حجمیK، ماده سان گرد (ایزوتروپ) و غیر سان گرد، ماده همگن و غیر همگن.

سیستم های نا معیین استاتیکی

– سیستم های دارای اعضای صلب

– سیستم های دارای اعضای با نیروی محوری

تنش حرارتی در میله های ساده و مرکب

لنگرپیچشی و معادله لنگر پیچشی

–زاویه پیچش و معادله زاویه پیچش در اعضای تحت پیچش، پیچش در میله های با مقطع عرضی دایره.

–معادله تنش برشی پیچشی، زاویه پیچش، کرنش برشی ناشی از پیچش.

تنش عمودی ناشی از تلاش ها

–معادله تنش عمودی، محور خنثی،

–رسم نمودار تغییرات تنش عمودی در راستای عمود بر محور خنثی مقطع.ناشی ار خمش ساده و خمش مورب ، بار خارج از مرکز

تنش برشی ناشی ار تلاش ها

–تنش برشی حاصل از خمش

–رسم نمودار تغییرات تنش برشی در راستای عمود بر محور خنثی

نیروها و لنگرهای داخلی در تیرها

– معادلات، تلاش ها در مناطق تیر

– ترسیم نمودار آنها در طول تیر

– تغییر شکل خطی (خیز) و زاویه ای (شیب) ناشی از بارهای عرضی در تیرها معادلات خیز، شیب در مناطق تیر

– ترسیم نمودار آنها در طول تیر، رابطه بین معادلات تغییر شکل و تلاش ها (نیروها و لنگرهای داخلی) در تیرها

تنش ها و کرنش ها در مخازن جدار نازک

– مخازن کروی جدارنارک تحت اثر فشار یکنواخت

– مخازن استوانه ای جدارنارک تحت اثر فشار یکنواخت

– معیارهای ایمنی در نشتی یا انفجار مخازن

حالت تنش دو بعدی و دایره Mohr

–روابط عمومی برای تنش عمودی و برشی وارد بر یک صفحه اختیاری عبور کرده از نقطه مفروض، تنش های اصلی محاسبه أنها، صفحات اصلی و تعیین موقعیت محورهای اصلی تنش در یک نقطه مقروض با حالت تنش صفحه ای

– ترسیم دایره تنش Mohr برای حالت تنش صفحه ای، مشخصات و موارد استفاده از این دایره

– تنش برشی بیشینه درون صفحه

تنش سه بعدی و دوایر تنش Mohr

–ماتریس تنش، ثابت های تنشI1 ، I2 وI3 ، معادله مشخصه تنش، تنش های اصلی $\sigma 1$ ، $\sigma 2$ ، $\sigma 3$ و محاسبه أنها، صفحات اصلی و تعیین موقعیت محورهای اصلی تنش در یک نقطه مقروض.

– ترسیم دوایر تنش Mohr برای حالت تنش سه بعدی، موارد استفاده.

–صفحات هشت وجهی، تنش عمودی و تنش برشی و تنش برآیند وارد بر صفحات هشت وجهی

– تنش های برشی بیشینه $\tau 1$ ، $\tau 2$ ، $\tau 3$ و محاسبه أنها، صفحات اصلی برشی برای حالت تنش سه بعدی

کرنش سه بعدی و دوایر تنش Mohr

–ماتریس کرنش، ثابت های کرنش اصلی J1 ، J2 ، J3 کرنش های اصلی $\varepsilon 1$ ، $\varepsilon 2$ ، $\varepsilon 3$ و محاسبه أنها، و تعیین موقعیت راستای کرنش های اصلی

– کرنش های برشی بیشینه $\gamma 1$ ، $\gamma 2$ ، $\gamma 3$ و محاسبه أنها

– دایره کرنش Mohr برای حالت کرنش صفحه ای، نحوه ترسیم و مشخصات

کرنش سنج‌ها و روابط تبدیل کرنش به تنش درکاربردهای مهندسی

– آرایش متعامد، دلتا و۴۵ درجه کرنش سنج ها

– روابط تبدیل کرنش سه بعدی

انرژی کرنشی

–معیارهای مقاومت(تعاریف روابط و نمودارها) رانکین، ترسکا، فون میس، موهر، سن ونان

۴. مرجع‌های درس

1- F.P. Beer Johnstone & J.T. Dewolf, “Mechanics of Materials”, McGraw-Hill, 2001
2- E. Popove, Prentice-Hall, “Mechanics of Materials”, 2nd edition, 1976
3- R.R. Craig, “Mechanics of Materials”, 3rd Ed. John Wiley, 2011

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **مبانی مهندسی برق**

عنوان انگلیسی درس: **Principles of Electrical Engineering**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): فیزیک ۲

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با مبانی و کاربردهای مهندسی برق شامل مدارهای الکتریکی، ماشین‌های الکتریکی و ادوات کنترل

۲- آشنایی با اصول نظری جریان‌های دائم و متناوب در ابزارهای الکتریکی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمات:

– مغناطیس و الکترومغناطیس، معادله حاکم، قانون آمپر، هیسترزیس، و اشباع مغناطیسی، مغناطیس‌های دایم، قانون فارادی، جریان‌های ادی و افت جریان ادی، نیرو و گشتاور الکترومغناطیس

ماشین‌های الکتریکی: موتورهای DC و مولدها

– (هندسه، میدان‌ها، ولتاژ و جریان)

ترانسفورماتورها

– مشخصات، ترانسفورماتورهای ایده‌آل، مدار معادل الکتریکی ترانسفورماتور، اتلاف و توان اسمی، تست مدار باز و تست مدار بسته، ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ، ترانسفورماتورهای تک فاز و سه فاز، انواع اتصالات ترانسفورماتورهای سه فاز، اتوترانسفورماتورها

ماشین‌های القایی (موتورهای جریان متناوب)

– توصیف، اصول کار، ایجاد گشتاور، کار موتورهای القایی در نزدیک سرعت سنکرون، سلف نشتی و اثرات آن، مشخصه‌های کاری، استارت موتورهای القایی، زوج‌های چند قطبی

موتورهای سینکرون

– طراحی و اصول کار، روتور حلقه لغزان، روتورهای مغناطیس دائم، مدار معادل

– موتورهای تک فاز و سروو موتورها

– الکترونیک صنعتی

سیستم‌های کنترل

کلیدهای اتومکانیک و رله ها در مدارهای کنترل

۴. مرجع‌های درس

۱– مبانی ماشین‌های الکتریکی، استفن چاپمن، ترجمه علیرضا صدوقی، محمود دیانی، چاپ چهاردهم، نص ۱۳۹۱

2- A.E. Fitzgerald, Basic Electrical Engineering, 2014

3- Vincent Del Toro, Basic Electrical Machines, Prentice Hall, 1990

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **آشنایی با مهندسی مواد و متالورژی**

عنوان انگلیسی درس: **Introduction to Materials Engineering and Metallurgy**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ندارد

تعداد واحد: **۱** | تعداد ساعت: ۲۴ | آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☒ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒چند رسانه‌ای

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با دنیای مهندسی و علم مواد و شناخت جایگاه، شاخه‌ها و گرایش‌های آن
۲ـ آگاهی از ظرفیت صنعت داخلی و خارجی و شناخت بازار کار مهندسی و علم مواد
۳ـ ایجاد انگیزه و آگاهی و حمایت فکری برای پیگیری آگاهانه دوره تحصیلی دانشگاهی مهندسی و علم مواد

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☒ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه و پیشینه:
– آشنایی با درس، طرح پرسش‌های موجود در رابطه با رشته
– انسان چگونه متمدن شد؟ سیر زمانی پیشرفت تمدن انسان، نقش مواد مهندسی در دوره‌های تمدن انسان، شناسایی عصر حاضر و نوآوری‌های انسان در قرن اخیر

ماهیت مواد:
– پیشینه و پیدایش گیتی، مواد در ابتدای پیدایش گیتی چگونه بوده‌اند؟، چگونه از جدول محدود عناصر، این گوناگونی بی‌کران در جهان مهندسی خلق شد؟ پیدایش مواد در جهان

مواد مهندسی:
– خط زمانی توسعه مواد مهندسی، کیمیاگری و توسعه متالورژی، تولید فلزات و مواد مهندسی، نگرشی بر جدول تناوبی عناصر،

روند تکاملی متالورژی:
– اشاره‌ای بر روند تولید و استخراج فلزات در اعصار مختلف، آهن و فولاد، سیر تکاملی تولید آهن و فولاد در ایران و جهان، سیر تکاملی تولید فلزات غیرآهنی در ایران و جهان

آشنایی با مهندسی و نقش و مسوولیت‌های مهندس:
– مهندسی چیست؟ مهندس کیست؟ مهندسی چگونه است؟ آشنایی با رشته‌های مهندسی و جایگاه مهندسی و علم مواد، رشته‌های مهندسی چگونه پیدا شدند؟ جایگاه مهندسی و علم مواد

مهندسی مواد:
– مهندسی مواد چیست؟ علم مواد چیست؟ هرم مواد چیست؟ آشنایی با نقش و اهمیت ساختار مواد،

هرم مهندسی و علم و مواد:
– ساختار مواد و خواص مواد، ساختار مواد و رفتار مواد طی فرایندهای تولید، ارتباط خواص ـ ساختار مواد، آشنایی اولیه با استانداردهای مواد

فرایندهای تولید و ساخت مواد مهندسی چگونه است؟:
–فرایندهای تولید فلز (چند رسانه‌ای)
– فرایندهای شکل دهی، ریخته‌گری، پوشش‌دهی، جوشکاری، عملیات حرارتی (چند رسانه‌ای)

شناسایی، انتخاب و طراحی مواد:
– چگونه مواد مهندسی را شناسایی و بررسی می‌کنند؟ (چندرسانه‌ای)
– چگونه مواد مهندسی را طراحی و انتخاب می‌کنند؟ (چندرسانه‌ای)

بازار کار:
تعریف کسب و کار، شغل چیست؟، بازار کار مهندسی و علم مواد کجاست؟ در چه صنایعی و چه کشورهایی برای ما کار هست؟ آیا می‌توانم در این رشته کسب و کار خودم را بسازم؟ آیا می‌توانم ثروتمند شوم؟ آشنایی با بازار کار و صنایع و پژوهشگاه‌های مهندسی و علم مواد
بازدید از آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های دانشکده، سخنرانی صنعتگر، استاد مدعو، پیش‌کسوتان و کارآفرینان

۴. مرجع‌های درس

1- Askeland, The Science and Engineering of Materials 6th ed., 2011
2- Reardon, Metallurgy for Non-metallurgists, 2nd ed., AFS, 2011
3- R.F. Tylecote, A History of Metallurgy, 2nd ed., The Institute of Materials, 1992
۴ – تئوری و عملی متالورژی، نوشته دی.ک. آلن، ترجمه اکبر قاری نیت، نشر آزمون ۱۳۷۷

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: نقشه جامع از علم و مهندسی مواد و متالورژی، تعریف و روش مهندس، دوره های تمدن انسان بر اساس مواد و ابزار ساخته شده، مرور جدول تناوبی عناصر، روند تحول آهن و فولاد، سیر تحول رشته‌های مهندسی، جایگاه و تعریف مهندسی و علم مواد، شناسایی بازار کار مهندسی مواد و متالورژی در ایران و جهان، شاخه های مهندسی مواد و متالورژی، آشنایی با هرم مواد، مثال‌هایی از ارتباط ساختار و خواص مواد، فرایندهای تولید مواد و ساخت قطعات مهندسی، مواد مهندسی، اخلاق مهندسی

۱. عنوان فارسی درس: **بلورشناسی**

عنوان انگلیسی درس: **Crystallography**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): (شیمی عمومی)

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با ساختار بلوری مواد
۲- مهارت در محاسبه و درک هندسی ساختار مواد
۳- کاربرد بلورشناسی و تفرق در مهندسی مواد

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوی درس

مقدمه‌ای بر علم و مهندسی مواد

- چهار وجهی توماس برای تبیین برهم‌کنش رفتار مکانیکی مواد با عوامل دیگر
- مقیاس‌های ساختاری مواد
- مقدمه‌ای بر ساختار الکترونی مواد، پیوندهای اولیه و ثانویه و ارتباط منحنی نیرو- فاصله و خواص مواد

تقارن‌های ماکروسکوپی

- تعریف تقارن، عناصر اصلی تقارن شامل تقارن آینه‌ای، مرکزی، چرخشی و چرخشی معکوس
- نمایش عناصر تقارن توسط علامت‌های استریوگرافی

مواد بلوری و غیربلوری

- اهمیت نوع آرایش اتم‌ها، نظم کوتاه دامنه و بلند دامنه
- همسان‌گردی خواص مواد غیربلوری و ناهمسان‌گردی مواد بلوری
- تک‌بلورهای طبیعی و تولیدی، انجماد و تشکیل مواد چند بلوری

سیستم‌های دو بعدی و سه بعدی بلوری

- شبکه بلوری فضایی
- سلول واحد، شکل هندسی سلول واحد، سلول واحد بنیادی
- چهار سیستم دو بعدی، سلول واحد ویگنر زایتس، ۷ سیستم سه بعدی، ثابت‌های شبکه

شبکه‌های دو بعدی و سه بعدی بلوری

- پنج شبکه دوبعدی بلوری، چهارده شبکه سه بعدی براوه
- تقارن در شبکه‌های براوه، موتیف
- ساختار NaCl، ZnS و HCP)

ساختارهای بلوری

- مختصات نقطه، عدد همسایگی، ارتباط بین ثابت شبکه و شعاع اتمی
- شبکه‌های مکعبی مرکز پر و وجوه مرکز پر، شبکه شش‌گوش فشرده، حجم سلول واحد،
- ضریب فشردگی اتمی، چگالی نظری مواد بلوری، تحول‌های آلوتروپیک

جهت‌ها و صفحه‌های بلوری

- روش‌های نام‌گذاری میلر و میلر- براویس جهت‌ها
- چگالی و ضریب فشردگی خطی، جهت‌های هم‌خانواده
- نام‌گذاری میلر و میلر-براویس صفحه‌ها
- چگالی و ضریب فشردگی صفحه‌ای، صفحه‌های هم‌خانواده
- ساختارهای بلوری فشرده فلزی
- تعریف صفحه‌های بلوری، فاصله بین صفحه‌ها، رابطه اندیس صفحه با چگالی و فاصله بین صفحه‌ها، زاویه بین صفحه‌ها، فصل مشترک بین دو صفحه، صفحه‌های هم‌منطقه
- تشکیل بلور با چینش صفحه‌های فشرده؛ چینش ABAB هگزاگونال و ABCABC مرکز وجوه‌پر (FCC)

فضاهای خالی در بلورها

- فضاهای خالی چهاروجهی و هشت‌وجهی، فضاهای خالی در شبکه‌ی FCC، BCC و HCP
- حفره‌ها بین دو صفحه فشرده AB
- حلالیت کربن در ساختار FCC و BCC

ساختار بلوری سرامیک‌ها نقص‌های شبکه‌ی بلوری

- ساختارهای بلوری مهم در سرامیک‌ها، ساختار اسپینل و اسپینل معکوس
- اثر پیزوالکتریک، پدیده‌ی ترموالکتریک
- چگالی و ضریب فشردگی یونی، ساختار بلوری مواد کووالانسی
- عیب‌های بلوری نقطه‌ای، خطی، صفحه‌ای و حجمی و اصول عملیات حرارتی پیرسختی

تصویر استریوگرافی

- مکعب مرجع، رسم و کاربردهای تصویر استریوگرافی، شبکه‌ی ولف
- قراردادن یک قطب روی تصویر استریوگرافی استاندارد
- تعیین زاویه بین صفحه‌ها، تصویر استریوگرافی استاندارد
- نشان‌دادن جهت‌های بلوری و منطقه در تصویر استریوگرافی
- اندیس‌گذاری صفحه‌ها در تصویر استریوگرافی

آشنایی با کاربرد پراش پرتوی ایکس و پرتوی الکترونی در بلورشناسی

- تولید پرتوی ایکس، پراکندگی و پراش، قانون براگ، تعیین زاویه‌های پراش
- کاربرد پرتوی ایکس و پرتوی الکترونی در بررسی ساختار بلوری مواد

تقارن‌های میکروسکوپی، گروه نقطه‌ای و گروه فضایی

- تقارن انتقالی، عناصر تقارن ماکروسکوپی
- ۳۲ گروه نقطه‌ای
- تقارن‌های هفت سیستم بلوری، عناصر تقارن میکروسکوپی
- صفحه‌ی تقارن لغزشی، محور تقارن پیچشی، تشکیل گروه‌های فضایی

بلورینگی پلیمرها و بلورهای مایع

- پلیمرها، بلورینگی پلیمرها، بلورهای پلیمری، بلورهای مایع
- نمایش‌گرها و گرماسنج‌های بلورهای مایع

۴. مرجع‌های درس

۱- مرعشی، پیروز، مجید پورانوری، مسیح رضائی، درساسادات صفانما، بلورشناسی در مهندسی مواد، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۹۶.

2- Callister, William D., Jr., David G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, An Introduction, Eighth Edition, John Wiley and Sons, 2009.

3- C. Hammond, The basics of crystallography and diffraction, International Union of Crystallography, Oxford University Press, 2001

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

مطالب این درس بر مبنای نیاز دانشجویان مهندسی مواد برای درس‌ها و مفاهیم بعدی مانند متالورژی فیزیکی، انجماد، خواص مکانیکی، عملیات حرارتی و مواد پیشرفته تنظیم شده است. همچنین با استفاده از مدل‌های فیزیکی، شبکه‌های براوه، جهت‌ها و صفحه‌های فشرده، نحوه چینش صفحه‌های فشرده، آرایش فضاهای بین‌نشینی و تقارن در بلورها و گروه¬های نقطه¬ای در کلاس مطالعه می‌شود.

۱. عنوان فارسی درس: **پدیده‌های انتقال**

عنوان انگلیسی درس: **Transport Phenomena**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): (معادلات دیفرانسیل)

تعداد واحد: ۳ | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با قوانین بقای مومنتوم، جرم و انرژی

۲ـ آشنایی با مکانیزم های انتقال حرارت، مومنتوم و جرم

۳ـ قابلیت حل مسایل مهندسی مرتبط با انتقال مومنتوم، جرم و انرژی به کمک قوانین بقاء

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه

– اهمیت و کاربرد پدیده‌های انتقال در مهندسی

– قوانین بقای ماده، انرژی و مومنتوم، تشابه‌ها در انتقال

بخش اول: انتقال مومنتوم (دینامیک سیالات)

مقدمه‌ای بر استاتیک سیالات

– فشار در یک نقطه، تغییر فشار در سیال ساکن، نیروی شناوری

انتقال مومنتوم در جریان لایه‌ای سیال

– قانون ویسکوزیته نیوتونی و مفهوم ویسکوزیته

– محاسبه ویسکوزیته گازها با استفاده از تئوری جنبشی گازها، ویسکوزیته مایعات فلزی، کووالانسی، یونی و واندروالسی

– موازنه مومنتوم در حرکت لایه‌ای سیال: جریان کوت، حرکت سیال روی سطح شیب دار، جریان سیال در لوله (معادله هاگن– پوییسول)

معادلات پیوستگی و بقای مومنتوم در سیالات

– معادله پیوستگی، ناویه استوکس و حالت های خاص

– جریان های بیرونی: جریان خزشی سیال روی کره

مقدمه‌ای بر جریان مغشوش

– آزمایش رینولدز

– تعریف ضریب اصطکاک، معادلات تجربی جریان سیال در لوله (نمودار مودی) و جریان های بیرونی

–جریان سیال در بستر ساکن (معادله دارسی و معادله ارگان)

موازنه ماکروسکوپی انرژی مکانیکی

– موازنه ماکروسکپی انرژی مکانیکی، معادله برنولی و معادله هد

–حل مسایل مهندسی با استفاده از معادله برنولی: تخلیه مخزن، لوله پیتوت و ونتوری متر

بخش دوم: انتقال گرما

هدایت گرما در شرایط پایا

– معادله هدایت حرارتی فوریه و مفهوم ضریب هدایت حرارتی و نفوذ حرارتی، ضریب هدایت حرارتی در گازها، مایعات و جامدات

– هدایت حرارت در دیواره های ساده و مرکب در شرایط پایا

– هدایت حرارتی همراه با تولید حرارت

– معادله عمومی هدایت گرمایی

هدایت گرما در شرایط گذرا

– سرد شدن توده‌ای (نیوتنی)

– سرد شدن در محیط نیمه بی‌نهایت

– حل عمومی هدایت حرارتی گذرا (دیاگرام‌های هایسلر)

– کاربردهای صنعتی و مهندسی: انجماد فلزات

انتقال گرمای همرفت (جابجایی)

– معادله کلی انتقال انرژی، همرفت حرارتی اجباری و آزاد

– مفهوم ضریب همرفت حرارت، لایه های مرزی و معادلات تجربی در انتقال حرارت به طریق همرفت

تابش گرمایی

– امواج الکترومغناطیس و ماهیت تابش، قانون پلانک در تابش جسم سیاه

– قانون استفان– بولتزمن، جسم خاکستری و ضریب نشر مواد

– فاکتور دید و تشابه الکتریکی در حل مسایل مهندسی مربوط به تابش

بخش سوم: انتقال جرم

نفوذ جرمی و مکانیزم‌های انتقال جرم

– انتقال جرم ملکولی و قانون اول فیک

– انتقال جرم بروش همرفتی و شار کلی انتقال جرم

– ضریب نفوذ در گازها، تئوری‌های ضریب نفوذ در مایعات

– موزانه پوسته‌ای جرم و شرایط مرزی، نفوذ از میان فیلم گاز ساکن

مرجع‌های درس

آشنایی با پدیده های انتقال در مهندسی مواد – دیوید گسکل، ترجمه سعید رضا زارع، علی رضا اعلائی، ۱۳۸۵، نشر ارکان دانش

2- R.R. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot; Transport Phenomena, Wiley; 2nd edition, 2001

3- Poirier and Geiger; Transport Phenomena in Materials Processing, TMS, Min., Met., & Mat. Society, 2016

۴. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۵. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **شیمی فیزیک مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Physical Chemistry of Materials**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): فیزیک ۱، (ریاضی ۲)

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با قوانین فیزیکی حاکم در سیستم‌های شیمیایی

۲ـ آشنایی با قوانین پایه ترمودینامیک

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مفاهیم پایه، تعاریف و قراردادها:

– اتم، مولکول، ماده، حالت ماده (گاز//مایع//جامد)، فاز

– کمیت‌های سنجش، نیرو، انرژی، گرما، تحول فیزیکی و تغییر شیمیایی

– ساختار شیمی فیزیک (ترمودینامیک، سینتیک، شیمی کوانتوم، مکانیک آماری)

گازها

– مبانی تجربی و تاریخچه به دست آوردن قانون گاز ایده‌آل (قانون بویل–ماریوت، قانون گیلوساک، قانون چارلز، قانون دالتون و قانون آماگات)

– تئوری جنبشی گازهای ایده‌آل (سرعت مولکولی، فرکانس برخورد، پویش آزاد متوسط)

– گازهای حقیقی: معادله وندروالس، ضریب فشردگی (Z)، معادله ویریال

قانون اول ترمودینامیک

– مفاهیم و تعریف (کار، گرما و انرژی)، اصل همدمایی (قانون صفر ترمودینامیک)، تئوری کالریک (Caloric Theory) و توصیف لاوازیه از گرما، رابطه بین کار و گرما (آزمایش ژول)، توصیف کار و گرما، انواع کار (کار مکانیکی، الکتریکی، سطحی و غیره)، قانون اول ترمودینامیک

– مفهوم برگشت‌پذیری، کار بیشینه به ازای تغییر برگشت‌پذیر، توصیف تغییر بسیار اندک (infinitesimal)

– انتالپی (H)، ظرفیت گرمایی، ماهیت ظرفیت گرمایی، قضیه نوسان– تحلیل (fluctuation-dissipation theorem)، آزمایش ژول – تامسون

قانون دوم ترمودینامیک

– کیفیت انرژی، تجزیه و تحلیل محدودیت‌های موتور بخار و بررسی افزایش راندمان، چرخه‌های کارنو . رانکین

– بیان ویلیام تامسون (کلوین) و کلاسیوس از قانون دوم

– مفهوم انتروپی، انتروپی سیستم، محیط و جهان

– مفهوم خودبخودی (Spontaneity) و فرمولاسیون قانون دوم

– مبدا انتروپی و قانون سوم ترمودینامیک

– انرژی گیبس و انرژی هلمهولتز، کار بیشینه به ازای کار انبساطی و کارغیرانبساطی

تلفیق قانون اول و دوم ترمودینامیک

– انرژی درونی، روابط ماکسول

– ویژگی‌های انرژی گیبس، رابطه گیبس– هلمهولتز، ارتباط انرژی گیبس و بیشینه کار غیرمکانیکی، رابطه نرنست

آشنایی با مفهوم تعادل

– مفهوم پایداری فازی در سیستم‌های تک جزئی، دیاگرام فازی سیستم‌های تک جزئی، مرزهای فازی، نقطه جوش نرمال، نقطه ذوب نرمال، نقطه تصعید، نقطه سه‌گانه

– دیاگرام فازی آب و CO_2 و هلیم

شیمی فیزیک فصل‌های مشترک

– سطوح مایع: تصویر ماکروسکوپی و میکروسکوپی از سطح، کشش سطحی و معادلات یانگ و لاپلاس

– پدیده ترشوندگی و زاویه تماس: معادله یانگ، کشش خطی، ترشوندگی و هندسه‌های مهم ترشوندگی

– سطوح جامد: توصیف سطوح بلورین، ترمودینامیک سطوح جامد، تنش سطحی و کشش سطحی، انرژی سطحی

۴. مرجع‌های درس

1- Atkins and Julio de Paula, Physical Chemistry: Thermodynamics, Structure, and Change, 10th Ed. Oxford University Press, 2014.

2- David R. Gaskell, Introduction to the Thermodynamics of Materials, 6th Ed, CRC Press, 2018.

۳- شیمی فیزیک مواد، نوشته حمید امیدوار و میلاد رضائی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **ترمودینامیک مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Thermodynamics of Materials**

دسته‌بندی: اصلی	نوع: نظری	پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی فیزیک
تعداد واحد: **۳**	تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ بکارگیری قوانین و توابع ترمودینامیکی برای پیش بینی رفتار فیزیک و شیمیایی مواد

۲- پیش بینی شرایط تعادل در سیستم‌های واکنشی در فرآیندهای مهندسی مواد

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

تعاریف و مفاهیم

– تعریف سیستم (ایزوله، باز، بسته) و محیط

– حالت میکروسکوپی و ماکروسکوپی سیستم، کمیت‌های شدتی و غیرشدتی، متغیرهای ترمودینامیکی

مروری بر قوانین پایه ترمودینامیک

– مروری بر مفاهیم کار، گرما، انرژی درونی، جرم و انرژی و تبدیل آن‌ها به هم

– تغییر انتالپی و انتروپی با دما، حجم، فشار

– ترموشیمی و کاربرد قانون اول ترمودینامیک

– قانون دوم ترمودینامیک و واکنش‌های شیمیایی

– کار انبساطی بیشینه و کار غیرانبساطی بیشینه، مفهوم کار خود به خودی و غیر خود به خودی

– انتروپی اختلاط، تفسیر آماری انتروپی، مروری بر قانون سوم ترمودینامیک

تعادل در سیستم‌های تک جزئی

– تعریف انرژی گیبس و ارتباط آن با کار و انتروپی جهان

– پتانسیل شیمیایی، تعادل در سیستم‌های ناهمگن، کمیت‌های مولار و انتگرال

– تعادل فازی در سیستم‌های تک‌جزئی، تغییر انرژی گیبس با دما در فشار ثابت، تغییر انرژی گیبس با فشار در دمای ثابت

– معادلات کلاپیرون و کلاسیوس – کلاپیرون و بدست آوردن معادلات فشار بخار

– کاربرد معادلات کلاسیوس–کلاپیرون برای محاسبه تغییرات انتالپی و انتروپی ذوب و تبخیر، تغییرات ظرفیت گرمایی ویژه در فشار ثابت و محاسبه دما و فشار نقطه‌ی سه گانه

ترمودینامیک محلول‌ها

– یادآوری مبحث گازهای ایده‌ال و مخلوط‌های گازی، مفهوم اکتیویته، رفتار محلول‌ها، قوانین رائولت و هنری، اکتیویته اجزاء در محلول‌های دوتایی

– معادله گیبس — دوهم و کاربرد آن در تعیین اکتیویته و ضریب اکتیویته، انرژی گیبس تشکیل محلول (اختلاط)، محلول غیرایده‌آل و مقایسه آن با محلول ایده‌آل، محلول‌های باقاعده، معرفی تابع آلفا (α)، کمیت‌های اضافی (Excess)

– دیاگرام‌های فازی دوجزئی، انرژی گیبس و اکتیویته، انرژی گیبس تشکیل محلول با قاعده، معیار پایداری فاز در محلول‌های باقاعده، حالت‌های استاندارد جامد و مایع، به دست آوردن دیاگرام فازی دو جزئی بر اساس محاسبات ترمودینامیکی

تعادل در سیستم‌های چند جزئی همراه با واکنش

– ترمودینامیک شیمیایی، تعادل در سیستم‌های واکنشی گازی (سیستم‌های $H_2O//H_2$ ،$CO//CO_2$ ،$SO_2//SO_3$)؛

– تعادل در سیستم‌های مشتمل بر فازهای گاز و ماده کندانس

– تعادل در سیستم‌های واکنشی کندانس (معیار تعادل، حالت‌های استاندارد، قانون فازی گیبس)

۴. مرجع‌های درس

1. David R. Gaskell and David E. Laughlin, Introduction to the Thermodynamics of Materials, 6th Ed, CRC Press, 2018.

2. Chemical Thermodynamics of Materials: Macroscopic and Microscopic Aspects, by Svein Stølen, Tor Grande, John Wiley & Sons, 2004.

۳. مسائلی در ترمودینامیک و سینتیک متالورژی، ترجمه اسکندر کشاورز علمداری، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ سوم ۱۳۹۶.

۴. ترمودینامیک شیمیایی مواد، ترجمه داود حق شناس، سید هادی طبائیان و محمدرضا قاآنی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۱.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **متالورژی فیزیکی ۱**

عنوان انگلیسی درس: **Physical Metallurgy I**

دسته‌بندی: اصلی نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): بلورشناسی

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱) آشنایی با ساختار اتمی و عیوب شبکه‌های بلوری فلزی
۲) شناخت و درک رابطه بین ساختار و خواص مواد و تغییر حالت ها
۳) آشنایی با نمودارهای فازی تعادلی و مهارت در محاسبات و استفاده از آنها برای تعیین ساختار فازی مواد

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوی درس

تعاریف اولیه

– آشنایی با علم و مهندسی مواد، مقدمه ای بر هرم علم و مهندسی مواد
– ساختار اتمی مواد: هسته و الکترون، آرایش الکترونی مواد، خواص اتمی مواد، انواع پیوندهای اتمی، نظم چیدمان اتمی و سلول واحد، فلزات و خواص اتمی آنها
– ساختار بلوری فلزات: بلور و شبکه های کریستالی، دانه، مرزدانه
– عیوب شبکه کریستالی شامل عیوب نقطه ای: تهی جا، بین نشینی، جانشینی، عیوب خطی، نابه جایی ها مخلوط، نابه جایی لبه، نابه جایی پیچی– عیوب سطحی: مرزدانه، نقص چیدمان، سطح آزاد، عیوب حجمی: حفره ها، ترک ها

تعریف فاز و انواع آن

– قانون فازهای گیبس و درجه آزادی در تعیین فازها، مقدمه ای بر انجماد فلزات:تعریف و انواع انجماد، انواع جوانه زنی و رشد همگن و غیر همگن و عوامل موثر بر دانه بندی فلزات
– انواع فازهای جامد، تعریف آلیاژ های فلزی، محلول های جامد (تک فاز و چند فاز)، ترکیبات و فازهای بین فلزی

نمودارهای فازی تعادلی و غیر تعادلی

– نمودارهای فازی تعادلی و چگونگی رسم آنها، حلالیت کامل و محدود در سیستم های دوتایی در مذاب و جامدات. انواع نمودارهای دوتایی (محلول کامل، یوتکتیک، پری تکتیک، منوتکتیک، یوتکتوئید و غیره)
– قانون اهرم و استفاده از نمودار فازی برای تعیین نوع، تعداد، مقدار و توزیع فازهای در حال تعادل در هر غلظت و دمای تعادلی، رسم شماتیک ساختار های فازی هر آلیاژ طی انجماد به کمک دیاگرام فازی آن آلیاژ
– مقدمه ای بر نمودارهای فازی سه تایی

نمودار فازی آهن–کربن (فولادها)

– نمودار تعادلی آهن/کربن، انواع فازهای فریت (تعادلی و ویدمنشتاتین)، ماتنزیت، بینیت، آستنیت و پرلیت و چگونگی تثبیت ساختار فازی به کمک انجماد تعادلی و غیر تعادلی در فولاد های ساده کربنی
– خواص فولادها بر اساس ریزساختار آنها و کاربرد صنعتی انواع فولادها و مقدمه ای بر فولادهای آلیاژی و اثر عناصر الیاژی

نمودار فازی چدن ها

– چدن ها، انواع چدن ها و تحلیل ساختار آنها (لدبوریت، پرلیت، گرافیت، سمنتیت و آستنیت) به کمک دیاگرام فازی چدن ها
– بررسی ساختارچدن ها بر اساس نوع و شکل گرافیت و کربن شامل چدن خاکستری، سفید, مالیبل، گرافیت کروی، خالدار و غیره
– خواص و کاربرد های صنعتی انواع چدن ها

نمودار فازی آلیاژهای غیر آهنی

– آلومینیم و آلیاژهای آن، بررسی ریز ساختار و کاربردها
– مس و آلیاژها های آن، بررسی ریز ساختار و کاربردها
– سیستم نیکل و آلیاژهای آن، بررسی ریز ساختار و کاربردها

کاربرد نمودار فازی و خواص فلزات

–رسوب، فازثانویه و ارتباط ریزساختارهای حاصل از آن با خواص مکانیکی
– آلیاژ سازی و اثر آن بر استحکام فلزات
– استفاده از نمودار فازی در شناخت خواص مواد مانند: قابلیت ریخته گری، سیالیت، میل به عیوب جدایش غلظتی، اثر عناصر آلیاژی و استحکام بخشی. –مقدمه ای بر فرایند عملیات حرارتی و ارتباط ریزساختار و خواص در این فرایند

۴. مرجع‌های درس

1-Avner, Introduction to Physical Metallurgy, McGraw-Hill, 2nd ed, 2001
2-Cottrel, An Introduction to Metallurgy, Askeland, The Science and Engineering of Materials, 1997
3-Callister, William D., Jr., David G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, An Introduction, 8th ed, Wiley, 2009

سایر مراجع

4-Reed-Hill, Abbaschian, Physical Metallurgy Principles, PWS-Kent Pub, 1992
۶– مهندسی متالورژی فیزیکی، ی. لاختین، ترمجه افسانه ربیعی، انتشارات فنی حسینیان،۱۳۶۵

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه متالوگرافی**

عنوان انگلیسی درس: **Metallography Laboratory**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: عملی | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): متالورژی فیزیکی ۱

تعداد واحد: **۱** | تعداد ساعت: ۳۲ | آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- تجربه و مهارت در آماده سازی نمونه های متالوگرافی
۲- مشاهده و کسب مهارت در مطالعه میکروسکوپی نوری ساختارهای متالورژیکی
۳- شناسایی و تحلیل ساختارهای متالورژیکی فلزات
۴- مهارت در روش گزارش نتایج متالوگرافی

سطح دانش:
☐ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

آشنایی با تجهیزات، ابزار و مواد متالوگرافی

- روش استفاده از میکروسکوپ های متالوگرافی نوری
- روش آماده سازی نمونه: (برش، مانت، سمباده‌زنی، رپلیکا، پرداخت و اچ کردن)،
- سمباده‌زنی و پولیش: سمباده‌زنی دستی، دیسک سمباده، ماشین سمباده‌زنی، ذرات ساینده، الکتروپولیش
- میکروسکوپ نوری: شناسایی اجزای میکروسکوپ، روش کار با میکروسکوپ نوری،
- نمونه‌گذاری، تنظیم عدسی شیئی، عدسی چشمی، عمق میدان، تصویربرداری آنالوگ و دیجیتال

متالوگرافی ماکروسکوپی:

ماکرواچ، مشاهده درشت‌ساختار نمونه آلومینیم ریختگی، مشاهده دانه‌بندی

متالوگرافی میکروسکوپی:

میکرواچ، مشاهده ریزساختار نمونه آلومینیم ریختگی، مشاهده حفره‌های گازی و انقباضی، مشاهده دندریت‌ها، محلول‌های اچانت، الکترواچ

شناسایی خطاهای متالوگرافی: خطوط سمباده، اثر اچ‌شدن بیش از حد

متالوگرافی کمی:

- روش تعیین اندازه‌دانه به روش استاندارد ASTM، توموگرافی ساختار

مشاهده و شناخت ساختار انواع آلیاژهای مهندسی:

- نمونه های انواع فولاد، نمونه‌های چدن‌ها، نمونه‌های آلومینیم آلیاژی، نمونه‌های مس آلیاژی،

آنالیز تصویر:

- تحلیل تصویر متالوگرافی، پردازش تصویر، تعیین مقیاس، آنالیز تصویر به کمک نرم‌افزار Clemex ، محاسبه کسر فاز، محاسبه اندازه‌دانه

روش گزارش ساختارهای میکروسکوپی مواد:

- ساختار گزارش، آماده‌سازی تصاویر، مقیاس‌گذاری تصویر، روشنایی و تضاد تصویر، نشانه‌گذاری تصویر، نگارش عنوان تصویر، نگارش شرح و بحث تصویر

۴. مرجع‌های درس

1- ASM Handbook, Vol.9 Metallugraphy and Microstructurs, 2004
2- Vander Voort, Metallurgaphy, Principles and Practice, ASM International, 1984

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: در این آزمایشگاه مخاطب مهارت اولیه در نمونه‌سازی متالوگرافی و میکروسکوپی نوری ساختار مواد پیدا می کند. این آزمایشگاه شامل موضوعات زیر است: تجهیزات و ابزار متالوگرافی، مراحل آماده سازی نمونه، روش کار با میکروسکوپ نوری، آنالیز تصویر و تعیین اندازه‌دانه، مشاهده ساختار فولادها، چدن‌ها و فلزات غیرآهنی

۱. عنوان فارسی درس: **متالورژی فیزیکی ۲**

عنوان انگلیسی درس: **Physical Metallurgy II**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): متالورژی فیزیکی ۱

تعداد واحد: **۲** | تعداد ساعت: ۲۴ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با تغییرحالت های فازی در مواد فلزی، نفوذ در جامدات و رسوب گذاری
۲- کسب مهارت و تجربه در تعیین ساختار فازی فلزات به منظور دستیابی به خواص مهندسی و کاربردی
۳- آشنایی با اصول اولیه در فرایند های عملیات حرارتی به منظور کاربردهای مهندسی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوی درس

تعاریف اولیه

- تعادل ترمودینامیکی و قانون فازی گیبس
- انواع حالت تعادل، تعریف تغییر حالت و سینتیک تغییرحالت
- حرکت اتمی و توزیع انرژی بین اتم ها در تحلیل رفتار سینتیکی

دگرگونی فازی

- تقسیم بندی کلی دگرگونی فازها
- حرکت اتمی در دگرگونی فازها و تعیین مکانیزم آن

مقدمه‌ای بر انجماد فلزات

- تعریف جوانه، مکانیزم جوانه زنی در مذاب فلزات
- انواع جوانه زنی همگن و غیر همگن در مذاب فلزات
- انرژی محرکه و آزاد جوانه رنی همگن و غیر همگن در مذاب فلزات
- تعریف رشد و مکانیزم آن در مذاب فلزات

جوانه زنی و رشد در جامدات

-جوانه زنی در فلزات جامد و مکانیزم های جوانه زنی در جامدات
- انواع جوانه زنی (همگن و غیر همگن) و رشد در جامدات فلزی
- شعاع بحرانی در انواع جوانه زنی جامدات و عوامل موثر بر آن
- نرخ جوانه زنی و رشد همگن و غیر همگن و عوامل موثر برآن
- سینتیک جوانه رنی همگن و معادله اورامی (JMA)
- عوامل موثر دگرگرونی فازی حالت جامد

نفوذ در جامدات

- مکانیزم های نفوذ جرمی در جامدات، نفوذ جرمی در محلول ایده آل.
- قانون اول فیک و دوم فیک
- جریان اتمی تحت شرایط پایدار و ناپایدار
- اثر کرکندال، معادلات دارکن و اندازه گیری ضریب نفوذ جرمی
- حل قانون دوم فیک به روش ماتانو، روش لایهٔ نازک و روش گروب
- سخت کردن سطحی،کربن دهی، نیتروژن دهی و دی کربوره نمودن
- خود نفوذی، عوامل موثر بر ضریب نفوذ جرمی
- نفوذ در مرزدانه ها و سطوح آزاد، نفوذ شبکه ای و مرز دانه ای

رسوب سختی (پیرسازی) الیاژهای فلزی

- فاز ثانویه، رسوب پراکنی، پیرسازی و سختی رسوبی
- فصل مشترک رسوبات شبه پایدار و مناطق GP، آلیاژهای مستعد به پیرسازی
- انرژی محرکه و مکانیزم پیرسازی، جوان سازی و اثر بخشی آنها در استحکام فلزات، کاربردهای صنعتی آن

تجزیه اسپینودال

- نفوذ سربالا، اکتویته و جدایش فازی
- مکانیزم و معادلات حاکم بر تجزیه اسپینودال
- الیاژهای مستعد به تجزیه اسپینودال و اثر بخشی آن در استحکام فلزات

بازیابی، تبلور مجدد و رشد دانه در جامدات فلزی

- مقدمه ای بر کارسرد و پدیده های بازیابی، تبلور مجدد و رشد در فرایند آنیلینگ
- فرایند بازیابی، نیروی محرکه و مکانیزم آن
- فرایند تبلور مجدد، نیروی محرکه و مکانیزم آن، معادلات حاکم و عوامل موثر بر آن، تفاوت تبلور مجدد استاتیکی و دینامیکی و مشخصه های تجربی ، کاربردهای صنعتی
- رشد دانه های تبلور مجدد یافته، مکانیزم و معادلات حاکم، کاربردهای صنعتی آن، اثر بازدارندگی عنصر حل شده و مهار توسط ذرات فاز ثانویه

دگرگونی های نفوذی

- آشنایی با عملیات حرارتی و دیاگرام های CCT,TTT و استفاده از این منحنی ها در تعیین ریزساختار فلزات و ارتباط آن با خواص مکانیکی فلزات.
- تغییر حالت پرلیتی:انواع پرلیت تعادلی و غیر تعادلی، فاصله بین لایه های پرلیتی و ارتباط آن با استحکام بخشی.
- مکانیزم نفوذ و معادلات حاکم بر جوانه زنی و رشد لایه های پرلیت و عوامل موثر بر آن (حرارت و عناصر آلیاژی).
- انواع فودلادهای پرلیتی و فریتی-پرلیتی و تاثیر پرلیت بر سختی، خواص مکانیکی و فیزیکی فلزات

دگرگونی های غیر نفوذی

- شبکه کریستالی و کریستالوگرافی مارتنزیت، مکانیزم استحاله ی غیر نفوذی در مارتنزیت، اعواج بین.
- انواع ساختار مارتنزیت، اثر تنش، کرنش و عناصر آلیاژی بر استحاله های مارتنزیتی، فلزات مستعد به استحاله مارتنزیتی و اثر آن بر استحکام بخشی فلزات

دگرگونی های بینیتی

- دگرگونی بینیتی، مقایسه دگرگونی مارتنزیتی و بینیتی، بینیت بالایی و پایینی و عوامل موثر بر این دگرگونی فازی، ارتباط ریزساختار بینیت و خواص مکانیکی

۴. مرجع‌های درس

1-Porter, Easterling, Phase Transformations in Metals and Alloys, 2nd ed., Chapman and Hall, 1996
2-Reed-hill, Abbaschian, Physical Metallurgy Principles, PWS-KENT Publishing Co., 1992

-سایر مراجع

3-Materials Science and Engineering; a First Course, V. Raghavan, Prentice Hall of India, 1991
4-Materials Science and Engineering; an Introduction, W. D. Callister, Seventh edition, John Wiely & Sons, 2007
5-Solid State Phase Transformations, V. Raghavan, Prentice- Hall, 1987
6-Ashby, Jones, Engineering Materials 2, an Introduction to Microstructures, Processing and Design, 3rd ed, Elsevier, 2006
۷- خواص فیزیکی مواد، احمد رزاقیان، انتشارات نگارش علوم، ۱۳۶۵

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح، پیوست: -

شناسنامه درس

دانشکده مهندسی مواد و متالورژی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

۱. عنوان فارسی درس: **انجماد فلزات**

عنوان انگلیسی درس: **Solidification of Metals**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): متالورژی فیزیکی۱، پدیده‌های انتقال

تعداد واحد: **۲** | تعداد ساعت: ۳۲ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

-آشنایی با فرایند انجماد و شناخت ساختار و خواص حاصل از انجماد ☒ شناختی (آشنایی)

–آشنایی با مکانیزم جوانه‌زنی و رشد در فلزات خالص و مهارت در حل معادلات حاکم بر آن به همراه کاربدهای صنعتی ☒ مهارتی (تمرینی)

–آشنایی با انجماد آلیاژها شامل جوانه زنی ،رشد و پدیده جدایش غلظتی و مهارت در حل معادلات نفوذ و کاربردهای صنعتی ☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه:

– آشنایی با فرایند انجماد در هرم علم و مهندسی مواد و ارتباط آن با ساختار و تاثیر آن بر خواص مکانیکی و فیزیکی فلزات.. استحاله انجماد، انواع استحاله های انجمادی بر اساس دیاگرامهای فازی، تعریف و توصیف های ساختار مذاب شامل توصیف های مختلف مذاب از دیگاه های مکانیک سیالات و رئولوژی، شیمی فیزیک گازهای کندانس و دیدگاه مهندسی مواد به کمک X-Ray

– ساختار اتمی مذاب فلزات نزدیک نقطه ذوب ، نظم کم دامنه و پر دامنه اتمی، ساختار جامدات و شبکه کریستالی، ساختار مذاب و کریستالین.

– خواص ترمودینایکی و فیزیکی مذاب فلزات، تحت تبرید حرارتی در انجماد فلزات خالص. انجماد تعادلی و غیر تعادلی و منحنی های دما– زمان (T-t)

انجماد فلزات خالص(جوانه زنی):

-ب رخورد اتمی در مذاب و هسته بندی، تئوری جوانه زنی کلاسیک در انجماد، مکانیزم جوانه زنی قید دار و بدون قید

- معادلات حاکم بر جوانه زنی و نرخ جوانه زنی جوانه زنی، شعاع بحرانی و شعاع حداکثری جوانه ها

– عوامل موثر برآن، انرژی محرکه انجماد و اثر عوامل موثر برآن، جوانه زنی مصنوعی و کاربرد آن در صنعت. نرخ جوانه زنی همگن و غیر همگن و معدلات حاکم بر سینتیک جوانه زنی و عوامل موثر برآن.

انجماد فلزات خالص(رشد):

– تعریف رشد و کسرجامد، مکانیزم های رشد قید دار و بدون قید، اثر شیب دما (مثبت و منفی) در مذاب بر مکانیزم رشد

– فصل مشترک مذاب/جامد طی رشد، ناپایداری فصل مشترک و ساختارهای غیرتعادلی (دندریتی)، جهت های رشد کریستالی مرجح و سرعت رشد اتمی در دندریت ها

– انواع دانه بندی (هم محور و ستونی) با مرز دانه دندریتی یا تخت، معادلات حاکم بر سرعت رشد جهتدار و بدون جهت. اثر ساختار دانه بندی (اندازه، تعداد، شکل، نوع دانه) بر خواص مکانیکی و کاربردهای صنعتی

انجماد فلزات آلیاژی تک فاز:

– تعریف آلیاژ، حد حلالیت و محلول جامد، انجماد تعادلی و غیر تعادلی طی کاهش دما از خط لیکوئیدوس به زیر خط سالیدوس، مکانیزم جوانه زنی و رشد در الیاژها و مقایسه آن با فلزات خالص

نفوذ و پدیده جدایش غلظتی در آلیاژها

– مکانیزم نفوذ جرمی در مذاب و جامد الیاژی، بیان پدیده جدایش غلظتی، ضریب جدایش جرمی و ضریب نفوذ جرمی در انجماد آلیاژها، قانون اهرم و انجماد تعادلی، انواع جدایش غلطتی طی انجماد غیرتعادلی

جدایش غلظتی نرمال (مدل شایل)

– مدل جدایش غلظتی شایل در حضور همزدن مذاب، قانون بالانس جرمی در جبهه انجماد و بدست آوردن معادلات حاکم برای تعیین غلظت مذاب و جامد در جبهه انجماد

– اثر ضریب جدایش غلظتی بر الگوی جدایش.($k>1$, $k<1$)، رسم پروفیل های غلظت – کسر جامد و دما کسر جامد.

جدایش غلظتی با لایه اشباع:

– مدل جدایش غلظتی با لایه اشباع غلظتی بدون همزدن مذاب، تعریف تحت تبرید غلظتی و ضریب جدایش جرمی، حل معادلات فیک II و بدست آموردن روابط تعیین کنند غلظت مذاب و جامد جبهه انجماد

– تعیین لایه های جدایش غلظتی در سطح و مغز شمش، آثر ضریب جدایش غلظتی بر پدیده جدایش غلظتی در شمش

– تعیین روابط مشخص کننده تحت تبرید در حلوی جبهه انجماد، تعیین پروفیل دمای مذاب آلیاژی در لایه اشباع جلوی جبهه انجماد، رسم پروفیل های غلظت– فاصله و دما–فاصله در جلوی جبهه انجماد

عوامل موثر بر کنترل جدایش غلظتی در آلیاژها

– اثر گرادیان دما (G) در مذاب و سرعت رشد (V) بر جدایش غلظتی و ساختار دانه بندی الیاژها ، کنترل مورفولوژی جبهه انجماد به کمک پارامتر (G/v) و رسم نمودار G,V بر مورفولوژی دانه بندی در آلیاژها

– کاربرد پارا مثر (G/V) در صنعت جوشکاری و ریخته گری برای رسیدن به خواص مکانیکی مورد نظر

جدایش غلظتی لایه مرزی با همزدن جزیی مذاب

– مدل جدایش غلطتی با همزدن جزیی مذاب، حل معادلات حاکم و بدست آوردن وابط تعیین غلظت مذاب و جامد جبهه انجماد و عولمل موثر برآن.

– کاربردهای صنعتی، انواع جدایش غلظتی ماکرو و میکرو و معکوس، در صنعت کدام جدایش های غلظتی قابل برطرف کردن و کدام مردود هستند

انواع انجماد آلیاژ دو فازی (یوتکتیک):

– انواع یوتکتیکِ سوزنی، میلعه ای، کروی و لایه ای. مورفولوژی یوتکتیک ها، ویژگی ها و شرایط تشکیل آنها طی انجماد.

انواع رشد تک کریستال:

– روش بریجمن، چکراسکی، چالمرز، مزایا و محدودیت ها

–روش های ذوب موضعی و تصفیه برای خلوص بالا در شمش ها

۴. مرجع‌های درس

1- D.A. Porter and K.E. Easterling, Phase transformation in metals and alloys (Section: solidification: chapter 4), 1981
2- G.J. Davies, Solidification and casting, Wiley, 1973
3- W.C. Wingard, An introduction to the solidification of metals, Institute of Metals, 1964

سایر مراجع

4- B. Chalmers, Principles of solidification, springer 1970
5- M.C. Flemings, Solidification processing, Wiley 2006

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **خواص مکانیکی مواد ۱**

عنوان انگلیسی درس: **Mechanical Properties of Materials I**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): مقاومت مصالح، متالورژی فیزیکی ۱

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ شناخت و درک رفتار مکانیکی مواد بر اساس ریزساختار مواد — ☒ شناختی (آشنایی)

۲–آشنایی با مکانیزم‌های استحکام بخشی مواد به کمک تحلیل ساختارهای اتمی، بلوری،فازی و دانه بندی — ☒ مهارتی (تمرینی)

۳–آشنایی با علل تخریب و شکست مواد — ☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مفاهیم تنش –کرنش

– یادآوری تنش و کرنش، تنش‌های اصلی، دایره مور

– رفتار مواد در کشش، فشار و برش، انواع منحنی‌های تنش و کرنش، نیرو های بین اتمی در جامدات کریستالی و استحکام انها

– رفتار الاستیک و پلاستیک مواد– تعیین خواص ماده به کمک نمودارهای تنش — کرنش همانند:کرنش، تنش تسلیم بالایی و پایینی، تنش کششی نهایی، چقرمگی، ضریب ارتجاعی، مدول الاستیک و غیره.

– اثر درجه حرارت، نرخ کرنش و سایر عوامل بر بر رفتار کششی و تغییر فرم مواد

تئوری نابجایی ها و رفتار مومسان مواد

– تعریف شبکه کریستالی کامل و ناقص (ناکامل) در مواد کریستالی

– انواع نقایص کریستالی مانند جای خالی، نابه جایی، انواع نقص های خطی، صفحه‌ای،حجمی، انواع دانه و مرز دانه ها بر خواص مواد.

– اثر اندرکنش نواقص کریستالی بر خواص مواد، تحلیل استحکام کریستال های بدون نقص، ویسکرها وکریستال های حاوی نقایص شبکه ای

– نابه جایی‌ها لبه و پیچی و ماهیت آنها، حرکت و لغزش نابجایی در اثر اعمال تنش، مقاومت شبکه در مقابل حرکت نابه جایی‌ها (نیروی پالز ناپارو)

— مشاهده نابه جایی‌ها، خواص الاستیک نابه جایی‌ها – اندرکنش نابه جایی‌ها با یکدیگر و صعود آنها — تکثیر نابه جایی‌ها و مفهوم کارسختی

کریستالوگرافی لغزش

– نابجایی‌های جزیی، دستگاه های لغزش (صفحه و جهت لغزش)، صعئود نابه جایی، و هندسه لغزش، رفتار لغزش و حرکت نابه جایی ها در برابر تنش های نرمال و برشی، تعیین تنش برشی بحرانی در لغزش

– دوقلویی شدن و انواع دوقلویی (امکانیکی و حرارتی)، اثر دوقولوی بر خواص مکانیکی

مکانیزم های مکانیکی استحکام بخشی فلزات

– کارسختی در فلزات تک کریستال و پلی کریستال ها، مکانیزم کارسختی و تغییر شکل مومسان فلزات

– انتقال از رفتار شکل پذیر به ترد در اثر کارسختی، عوامل موثر بر کارسختی، اثر کار سختی بر خواص مکانیکی

– مکانیزم‌های مقاوم شدن بر اثر محلول جامد، قفل نمودن نابه جای به کمک عناصر آلیاژی

– رسوب ها و فاز ثانویه، اندرکنش نابجایی ها با رآنها (دور زدن و بریدن رسوب)– توزیع، اندازه و نوع فاز ثانویه بر استحکام فلزات. آشنایی اثر پیرسازی(رسوب سختی) بر استحکام مواد

– اثر مرز دانه بر رفتار مکانیکی و مکانیزم مقاوم شدن — انواع مرز دانه و ماهیت آنها، ریز دانه گی و استحکام فلزات، اثر مرز دانه در نانو مواد و تک کریستال، آشنایی با بافت (Texture) و ارتباط آن با رفتار مکانیکی فلزات

استحکام بخشی به کمک کامپوزیت

– استحکام بخش به کمک الیاف (کامپوزیت سازی)، انواع کامپوزیت‌ها ۰زمینه فلزی، سرامیکی و پلیمری و خواص مکانیکی آنها

— عوامل موثر بر استحکام کامپوزیتها– روشهای ساخت

آشنایی با سرامیک ها و رفتار مکانیکی انها

– رفتار مکانیکی مواد سرامیکی بر اساس تئوری نابه جایی ها، ویژگیهای ساختاری

— ساختارهای کریستالی و آمورف در سرامیک ها، کاربردها و محدودیت ها.

آشنایی با پلیمرها و رفتار مکانیکی انها

– رفتار مکانیکی پلیمرها به کمک تئوری نابجایی ها

— ساختار پلیمرها و انواع آنها، پلیمرهای کریستالی و آمورف، مکانیزم تغییر شکل در پلیمرها

شکست وتخریب مواد

– آشنایی با شکست ناشی از پدیده خستگی– تعریف، مفهوم و عوامل موتر

– آشنایی با شکست ناشی از پدیده خزش دمای بالا، تعریف، مفهوم و عوامل موثر

– آشنایی با شکست ترد و مومسان، مکانیزم جوانه زنی و رشد ترک، مفاهیم و عوامل موثر

۴. مرجع‌های درس

1- G.E. Dieter, Mechanical Metallurgy, 3rd Ed. McGraw Hill, USA, 1986

۲– تغییرشکل و مکانیک شکست مواد و آلیاژ های مهندسی، هرتزبرگ، جلد اول (تغییرشکل مومسان و مکانیزم‌های استحکام‌دهی مواد)، ترجمه علی اکبر اکرامی، انتشارات دانشگاه شریف، ۱۳۹۲

سایر مراجع

۳– رفتار مکانیکی مواد، جلد اول، مارک میرز و همکاران، ترجمه جمشید آقازاده و همکاران، انتشارات دانشگاه امیرکبیر ۱۳۹۱

۴– آشنایی با خواص مکانیکی مواد، مالوین آیزنشتات، ترجمه علی حائریان اردکانی، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۵

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Mechanical Properties of Materials Laboratory**

دسته‌بندی: اصلی　　نوع: عملی　　پیش‌نیاز (هم‌نیاز): خواص مکانیکی مواد ۱

تعداد واحد: **۱**　　تعداد ساعت: ۳۲　　آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی عملی با اندازه‌گیری استحکام و خواص مکانیکی مواد

۲- مهارت در روش گزارش نتایج خواص مکانیکی مواد

سطح دانش:

☐ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

آزمایش کشش:

– شرح آزمون کشش، آشنایی با استاندارد ASTM E8 ، چگونگی کار دستگاه های کشش هیدرولیک و دستگاه اکستنسومتر (ازدیالد سنج طولی) و طرز کار با آنها، تهیه نمونه های دمبلی آزمون کشش با مقطع گرد و تخت مطابق استاندارد.

– انجام آزمون کشش تک محوره روی نمونه ۱– فولادی، ۲– چدنی، ۳– یک فلز غیرآهنی و ۴– یک ماده پلیمری، رسم منحنی های نیرو–فاصله و تنش کرنش و استخراج اطلاعات و خواص مکانیکی

آزمایش فشار

– شرح آزمون فشار، آشنایی با استاندارد ASTM E9 و تهیه نمونه های آزمون فشار طبق استاندارد.

– انجام آزمون فشار تک محوره روی نمونه ۱– فلزی (ترجیحا چدن)، ۲– غیر فلزی. مقایسه رفتار چدن در کشش و فشار، رسم منحنی های نیرو–فاصله و تنش کرنش و استخراج اطلاعات و خواص مکانیکی

آزمایش سختی سنجی

– شرح انواع سختی های برینل، راکول، ویکرز، نوپ و میرو، آشنایی با استانداردهای انواع آزمون های سختی ستجی ASTM E10, ASTM E92, ASTM E18,

– آزمون سختی برینل: شرایط آزمون مطابق استانداردASTM E10 ، طرز کار بادستگاه، قرائت داده ها، محاسبات و میزان خطا داده‌ها و طرز گزارش آنها

– آزمون سختی راکول: شرایط آزمون مطابق استانداردASTM E18 ، طرز کار با دستگاه، قرائت داده ها، محاسبات و میزان خطا داده‌ها و طرز گزارش آنها

– آزمون سختی ویکرز و نوپ: شریط آزمون مطابق استانداردASTM E92 ، طرز کار بادستگاه، قرائت داده ها، محاسبات و میزان خطا داده‌ها و طرز گزارش آنها

آزمایش خمش

– شرح آزمون خمش، آشنایی با استاندارد ASTM E290 تهیه نمونه های آزمون خمش سه نقطه طبق استاندارد

– آزمون خمش سه نقطه بر روی میلگرد آج دار و سرامیکها، مقایسه رفتار خمش بر روی فلزات نرم و سرامیکهای ترد

–رسم نمودارهای نیرو–جابجایی و بدست آوردن استحکام کششی مواد ترد در آزمون خمش

آزمایش ضربه

– شرح آزمون ضربه، آشنایی با استاندارد ASTM E23 تهیه نمونه های ضربه طبق استاندارد

– آزمون ضربه به روش شارپی در نمونه با ساختارهای FCC و BCC در ۳ دمای آزمایش

– رسم نمودار دما بر حسب انرژی جذب و مقایسه انرژی جذب در دماهای مختلف

آزمایش خزش

– شرح آزمون خزش، آشنایی با استاندارد ASTM E139 و تهیه نمونه‌های آزمون خزش طبق استاندارد

– آزمون خزش بر روی سیم لحیم (آلیاژ قلع وسرب)، و پلیمر

– مقایسه رفتار خزشی در دماهای مختلف و تنشهای مختلف روی سیم لحیم و پلیمر

–رسم نمودارهای کرنش–زمان و محاسبه نرخ کرنش

آزمایش خستگی

– شرح آزمون خستگی، آشنایی با استاندارد ASTM E466 و تهیه نمونه‌های خستگی مطابق استاندارد، آشنایی با دستگاههای خستگی سروهیدرولیک

– آزمون کشش و استخراج نقاط برای آزمون خستگی از نمودار تنش–کرنش

–آزمون خستگی در ۶ نقطه استخراج شده از نمودار و ۲ تکرار

–رسم نمودار S-N با توجه به تعداد سیکلهای انجام شده در هر تنش

۲- مرجع‌های درس

1- G.E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Mc.Graw Hill, 1986

2- ASTM E8, ASTM E9, ASTM E10, ASTM E92, ASTM E18, ASTM E384, ASTM E290, ASTM E23, ASTM E139, ASTM E466, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016

۳- **ارزیابی پیشنهادی:** ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۴- **توضیح/پیوست:** –

۱. عنوان فارسی درس: **شیمی مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Chemistry**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی عمومی

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ آشنایی با اصول و مبانی شیمی کوانتوم و استفاده از آن‌ها در توصیف ساختار اتمی و مولکولی مواد و ویژگی‌های برآمده از آن‌ها ☒ شناختی (آشنایی) ☒ مهارتی (تمرینی)

۲ـ آگاهی از ارتباط بین مشخصه‌های شیمیایی، ساختاری، مولکولی مواد مهندسی و ویژگی‌های ماکروسکوپی آن‌ها ☐ نگرشی (درک عمیق)

۳- مقدمه‌ای بر شیمی آلی، پلیمرها و مواد زیستی با تاکید بر کاربردهای مهندسی مواد

۳. محتوای درس

مقدمه: اهمیت و جایگاه شیمی مواد در علم و مهندسی مواد

ساختار اتم از دیدگاه مکانیک کوانتوم

– مقدمات: کوانتیزه شدن انرژی و تابش الکترومغناطیس، طیف‌های اتمی، دوگانگی موج–ذره، اثر فتوالکتریک، فوتون

– دینامیک سیستم‌های میکروسکوپی: توابع موج و معادله شرودینگر، اصل عدم‌قطعیت

– مکانیک کوانتوم در عمل: ذره در جعبه، توابع موج شعاعی و زاویه‌ای، سطوح انرژی اعداد اصلی کوانتوم، دانیسته احتمال و اوربیتال‌های اتمی، اسپین الکترون، انرژی یونی شدن و الکترون‌خواهی

ساختار و برهم‌کنش‌های مولکولی

– یادآوری: پیوند کوالانسی، ساختار لوییس، مدل دافعه جفت الکترون لایه ظرفیت (VSEPR)، مقدمه‌ای بر تئوری والانس–باند، هیبریدی شدن،

– تئوری اوربیتال‌های مولکولی: آرایش الکترونی مولکول‌های دو اتمی هم هسته و غیر هم هسته، اوربیتال‌ها در مولکول‌های چنداتمی، پیوندهای قطبی

ساختار جامدات ساده

– جامدات مولکولی، جامدات شبکه‌ای، جامدات فلزی، جامدات یونی

– جامدات یونی: انرژی شبکه و معادله برن– مایر، سیکل برن– هابر و اثرات انرژی شبکه بر خواص جامدات یونی

– خواص الکتریکی مولکولها: ممان دو قطبی الکتریکی، قطبش مولی و قطبش پذیری، برهم کنش بارهای جزیی

– مواد هادی و نیمه هادی: ساختار الکترونیکی جامدات، پیوند فلزی، شکل‌گیری ساختار نواری (band structure)، سطح فرمی و دانسیته حالات، هدایت در نیمه هادی‌ها، خواص نوری فلزات، نیمه‌هادی ها و مواد عایق، کاربرد مواد نیمه‌هادی، ابررساناها، مواد مغناطیسی

– شیشه‌ها و سرامیک‌ها: ساختار مولکولی، ایجاد کننده‌ها و اصلاح کننده‌های شبکه‌ای، خواص شیشه‌های مهندسی

مقدمه‌ای بر هیدروکربن‌ها

– انواع هیدروکربن‌های آلیفاتیک (هیدروکربن‌های اشباع و غیراشباع)؛ نامگذاری سیستماتیک؛ هیدروکربن‌های سیکلی؛

– ایزومرهای ساختاری، ایزومرهای فضایی (ایزومرهای هندسی و ایزومرهای نوری)؛ ترکیب‌های کایرال و فعالیت نوری؛ ویژگی‌های فیزیکی هیدروکربن‌های آلیفاتیک و ارتباط آن با نوع پیوندها؛

– واکنش‌پذیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک (واکنش‌های جانشینی، واکنش حذف، واکنش افزودن الکترون‌دوست‌ها)؛ مکانیزم واکنش‌ها و نحوه عملکرد و اهمیت استفاده از کاتالیست؛

– ترکیب‌های آروماتیک (آرین‌ها)؛ بنزن و خانواده آن، نامگذاری؛ واکنش‌پذیری (جانشینی الکترون‌دوست‌ها) در آرین‌ها و مکانیزم واکنش؛ – نقش گروه‌های متصل به حلقه بنزن در کاهش یا افزایش نرخ واکنش‌های جانشینی الکترون‌دوست‌ها

مقدمه‌ای بر پلیمرها و ترکیبات زیستی

– هیدروکربن‌های دارای گروه‌های عامل (هالوآلکان‌ها، الکل‌ها، اترها، فنول‌ها، کتون‌ها و آلدهیدها، کربوکسیلیک اسیدها، استرها، آمین‌ها، آمینواسیدها و آمیدها) و نامگذاری سیستماتیک آن‌ها

– واکنش‌های اضافه‌شدن برای تولید پلیمرها؛ پلاستیک‌ها و معرفی مونومرهای آن‌ها با فرمول عمومی $CH_X = CH_2$)؛ مکانیزم واکنشی رادیکال در واکنش‌های اضافه‌شدن؛ اهمیت کاتالیست زیگلر – ناتا (Ziegler – Natta) و نحوه عملکرد آن؛ ایزوپرن به عنوان نمونه‌ای جالب از تولید پلیمر به روش اضافه شدن

– واکنش‌های کندانس‌شدن در تولید پلیمرها؛ پلی‌استرها و پلی‌آمیدها، نایلون‌ها به عنوان نمونه‌ای جالب از تولید پلیمر به روش کندانس شدن؛ تعیین فرمول پلیمرها و مونومرها؛ کوپلیمرها (Copolymers)؛

– ویژگی‌های پلیمرها؛ نقش طول زنجیره پلیمری و نیروهای بین مولکولی حاکم بر نقطه دانسیته، ذوب، ویسکوزیته و استحکام مکانیکی؛

– ایجاد اتصال‌های عرضی (crosslink) بین زنجیره‌های پلیمری و فرآیند وولکانش (vulcanization)؛ ترموپلاستیک‌ها و ترموست‌ها؛ – پلیمرهای رسانا و نحوه مهندسی و طراحی پیوندهای تک‌گانه و دوگانه در زنجیره پلیمر به منظور ایجاد رسانایی

– آشنایی با ترکیب‌های زیستی (پروتئین‌ها، کربوهیدارت‌ها و نوکلئیک اسیدها)

مقدمه‌ای بر ترکیبات کوردیناسیون

– لیگاندها، نام گذاری، ساختار و هندسه کمپلکس‌ها، ایزومرها، کمپلکس‌های فلزی گروه d

روش‌های سنتز شیمیایی مواد

– مقدمه‌ای بر روش‌های هم رسوبی، هیدروترمال، سل–ژل، رسوب شیمیایی و فیزیکی بخار، و روش‌های سنتز نانومواد

۴. مرجع‌های درس

1- Peter Atkins, Loretta Jones, “Chemical Principles - The Quest for Insight”, 5th Edition, 2010

2- Shriver and Atkins “Inorganic Chemistry” W. H. Freeman 5th ed. 2009

3- Peter Atkins and Julio de Paula, Physical Chemistry, Part 2 “Structure”, 10th Ed., 2014

4- Moore, Elaine A. Smart, Lesley, “Solid state chemistry - an introduction” CRC Press 2012

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: درس جدید شیمی مواد برای درک خواص مواد از دیدگاه ساختار مولکولی آن‌ها طراحی شده است. مواد مطرح شده در این درس شامل انواع مواد جامد کاربردی همچون سرامیک‌ها، شیشه‌ها، نیمه هادی‌ها، فلزات، پلیمرها و ترکیبات زیستی است. مباحث پایه شیمی کوانتوم، شیمی آلی مقدماتی، برهم کنش‌های غیر کوالانسی، ساختار الکترونیکی جامدات و ترکیبات کووردیناسیونی مقدماتی تدریس می‌شود.

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **فیزیک مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Physics**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): فیزیک ۲

تعداد واحد: **۲** | تعداد ساعت: ۳۲ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱) درک رفتار الکترون‌ها در جامدات
۲) درک مفاهیم پایه خواص گرمایی، الکتریکی، نوری و مغناطیسی مواد
۳) درک ارتباط بین خواص و ساختار مواد در مقیاس اتمی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه

– یادآوری ساختارهای بلوری و پیوندهای اتمی، بلورینگی، ارتباط بین ساختار و خواص مواد، هرم مواد، مثال‌های کاربردی

خواص الکتریکی مواد

– نظریه باند و باندهای انرژی در جامدات، انرژی فرمی، هدایت از طریق باند و مدل های پیوند اتمی (فلزات، عایق ها و نمه رساناها)، تحرک الکترونی،
– نیمه‌رسانایی ذاتی، مفهوم نارسانایی، نیمه‌رسانایی غیرذاتی (نوع n و p)،
– عوامل اثرگذار بر تحرک حامل‌ها، اثر هال، دستگاه‌های نیمه‌رسانا (اتصال p-n، دیود، ترانزیستور، ماسفت، حافظه حالت جامد و مدارهای میکروالکترونیکی)
– هدایت در مواد یونی، رسانایی پلیمرها، رفتار دی‌الکتریک (پلاریزاسیون و انواع آن، جابجایی دی‌الکتریکی، اثر فرکانس بر ثابت دی‌الکتریک، مواد دی‌الکتریک)
– فرورسانایی و پیزوالکتریسیته

خواص گرمایی مواد

– ظرفیت گرمایی و روش‌های جذب گرما، مدل‌های ظرفیت گرمایی (قانون دلانگ–پتیت، مدل انیشتین و مدل دبای)،
– انبساط حرارتی (فلزات، سرامیک‌ها و پلیمرها)،
– نمودار انبساط حرارتی و انبساط حرارتی،
– هدایت حرارتی و مکانیسم‌های آن (نفوذ گرما، ارتعاش شبکه بلوری، الکترونی و نظیر آن)،
– شوک حرارتی و تنش های حرارتی

خواص مغناطیسی مواد

یادآوری مفاهیم پایه (استحکام میدان مغناطیسی، القای مغناطیسی، چگالی شار و تراوایی)،
– دیامغناطیس، پارامغناطیس، فرومغناطیس، پادفرومغناطیس، فری‌مغناطیس،
– حوزه‌ها و پسماند، ناهمسان‌گردی مغناطیسی، مواد مغناطیس نرم، مواد مغناطیس سخت، کاربردهای آن‌ها، ذخیره‌ی مغناطیسی، ابررسانایی

خواص نوری مواد

– تابش الکترومغناطیس، برهم‌کنش نور با جامدات،
– برهم‌کنش‌های اتمی و الکترونی، انکسار، انعکاس، انتقال، مکانیسم‌های جذب،
– رنگ (جلای فلزی، رنگ نیمه‌رساناها)، کدری و نیمه‌شفافیت عایق‌ها، لومینسانس، کاربردها، هدایت نوری، لیزرها، فیبرهای نوری

۴. مرجع‌های درس

1- Callister, Rethwisch, “Materials Science and Engineering, An Introduction”, 8th ed, Wiley, 2009
2- Mary Anne White, “Physical Properties of Materials”, 2nd Ed., CRC press, 2012
3- Hummel Rolf E., “Electronic Properties of Materials”, 4th Ed., Speringer, 2011
4- Solymar L., Walsh D., “Electrical Properties of Materials”, 8th Ed., Oxford, 2010

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **الکتروشیمی و خوردگی**

عنوان انگلیسی درس: **Electrochemisty and Corrosion**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ترمودینامیک مواد

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با جنبه‌های ترمودینامیکی و سینتیکی الکتروشیمی
۲ـ آشنایی با فرآیندهای خوردگی و اکسیداسیون از دیدگاه تکنولوژی و تئوری
۳ـ راه کارهای جلوگیری از خوردگی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه:

– تعریف و اهمیت خوردگی، زیان های ناشی از خوردگی

الکتروشیمی:

– مفهوم پتانسیل، سری‌های الکتروموتیو، واکنش‌های آندی و کاتدی
– ترمودینامیک واکنش‌های الکتروشیمیایی، معادله نرنست
– پلاریزاسیون (اکتیواسیون، غلظتی، اهمی)
– معادلات تافل و باتلر–ولمر
– مقاومت پلاریزاسیون و رابطه‌ی استرن–گری
– تئوری واگنر (تئوری پتانسیل مختلط)
– رویین شدن فلزات و آلیاژها
– کاربردهای تئوری پتانسیل مختلط
– الکتروشیمی در مهندسی مواد شامل الکتروویننگ، آبکاری، الکتروریفاینینگ، باطری‌ها و پیل‌های الکتروشیمیایی
– دیاگرام‌های پوربه (کلی و جزئی)

انواع خوردگی:

– خوردگی یکنواخت، خوردگی گالوانیک، خوردگی شیاری (رسوبی)، خوردگی حفره‌دار شدن، خوردگی ترجیحی (آلیاژ زدایی)، خوردگی مرز دانه‌ای، خوردگی سایشی، خوردگی فرسایشی، خوردگی حبابی، خوردگی تحت تنش، خستگی توام با خوردگی ، صدمات هیدروژنی (تاول، تردی، دکربوره و خوردگی هیدروژنی)

حفاظت:

– حفاظت کاتدی (اصول ترمودینامیکی و سینتیکی)
– حفاظت کاتدی به روش‌های اعمال جریان خارجی و آند فداشونده
– حفاظت آندی
– ممانعت کننده‌های خوردگی

اکسیداسیون:

– اکسیداسیون در فاز گازی، اکسیدهای نوع n و p،
– سینتیک اکسیداسیون در دمای بالا
– اکسیداسیون ترجیحی، ناگهانی و داخلی

۴. مرجع‌های درس

1. N. Perez, "Electrochemistry and Corrosion Science", 2nd Ed., Springer, 2016
2. Fundamentals of Electrochemical Corrosion, by E.E. Stansbury, R.A. Buchanan, ASM Int., 2000
3. Corrosion Engineering, 3rd edition, by M.G. Fontana, McGraw-Hill, 1987

سایر مرجع‌ها

4. E. McCafferty, "Introduction to Corrosion Science", Springer, 2010
5. R.W. Revie, H.H. Uhlig, "Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering", 4th Ed., John Wiley & Sons, 2008
6. Progress in Corrosion Science and Engineering, Su-Il Pyun, Jong-Won Lee, Springer, 2012
7. Handbook of Corrosion Engineering, 1st edition, by P.R. Roberge, McGraw-Hill, 2000

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **سینتیک مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Kinetics of Materials**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی‌فیزیک، پدیده‌های انتقال

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱) آشنایی با اهمیت و جایگاه نرخ رخداد فرآیندها در مهندسی مواد و متالورژی

۲) آشنایی با قوانین نرخ در تحولات شیمیایی و فیزیکوشیمیایی و قابلیت تخمین قانون نرخ

۳) آشنایی با مکانیزم رخداد تحولات و قابلیت مدلسازی سینتیکی فرآیندهای مواد و متالورژی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه‌ای بر سینتیک مواد

– تعریف سینتیک و تشریح نقش سینتیک به عنوان مکمل ترمودینامیک، واکنشهای شیمیایی و مفاهیم بنیادی در سینتیک، واکنش‌های همگن و ناهمگن در فرآیندهای مواد و متالورژی، نقش واکنش شیمیایی و انتقال جرم در نرخ فرآیندهای مواد و متالورژی

سینتیک شیمیایی (سینتیک واکنش‌های تک‌فاز)

– معرفی واکنش‌های یک‌طرفه، رفت و برگشتی، سری و موازی
– واکنش‌های مقدماتی (ساده) و واکنش‌های پیچیده
– تاثیر غلظت بر نرخ واکنش شیمیایی:
– قانون اثر جرم، معرفی درجه واکنش و ثابت نرخ واکنش شیمیایی، روش‌های ترسیمی برای تخمین درجه واکنش و ثابت نرخ: روش انتگرال، روش‌های ترسیمی برای تخمین درجه واکنش و ثابت نرخ: روش مشتق
– ارایه مکانیزم برای برخی از واکنش‌های پیچیده به کمک شکل ریاضی قانون نرخ (کمپلکس میانی، تقریب حالت پایا)
– تاثیر دما بر نرخ واکنش شیمیایی:
– اثر افزایش دما بر واکنش‌های شیمیایی عادی، واکنش‌های انفجاری، واکنش‌های زیستی، رابطه ثابت نرخ با دما (رابطه تجربی هود، ایزوترم وانت هوف، رابطه آرنیوس)، رابطه دما و مقدار انرژی فعالسازی (توزیع ماکسول – بولتزمن)، نحوه انجام تحولات شیمیایی از دیدگاه کوانتومی (تئوری برخورد، تئوری نرخ مطلق)
– تاثیر کاتالیست بر نرخ واکنش شیمیایی
– توصیف نحوه عملکرد کاتالیست از نقطه‌نظر مسیر واکنش و کاهش سد انرژی (توزیع ماکسول – بولتزمن)، کاتالیست همگن و کاتالیست ناهمگن، ویژگی‌های یک کاتالیست مناسب، معرفی مراحل موثر در یک واکنش کاتالیستی (ناهمگن)؛ مقدمه‌ای بر پدیده جذب سطحی و واکنش‌های ناهمگن

سینتیک شیمیایی (سینتیک واکنش‌های ناهمگن)

– پدیده جذب سطحی
– تعریف و تمایز بین دو پدیده adsorption و absorption
– مقدمه‌ای بر سطح: معرفی عیوب سطحی، توصیف موقعیت‌های فعال سطحی (active sites) و پیوندهای آویزان (dangling bonds)
– انواع جذب به لحاظ انرژی (جذب فیزیکی و جذب شیمیایی)
– معرفی مدل‌های جذب؛ بهره‌گیری از مفاهیم سینتیک واکنش‌های همگن در مدلسازی نرخ جذب
– مدلسازی سینتیکی نرخ واجذب: استخراج ایزوترم لانگمویر، فرضیات لانگمویر در توسعه ایزوترم جذب، جذب رقابتی: ایزوترم جذب لانگمویر در سیستمی مشتمل بر دو جزء جذب شونده، ایزوترم جذب فرندلیچ
– مدلسازی سینتیکی واکنش‌های مشتمل بر فاز جامد
– تبیین تمایزها بین واکنش‌های شیمیایی تک‌فاز و واکنش‌های شیمیایی مشتمل بر فاز جامد: اهمیت مشخصه‌های سطحی و توپوشیمیایی، اهمیت انتقال جرم
– مدل‌های تجربی: مدل سهمی‌گون، مدل نرخ مرتبه اول
– مدل‌های هندسی: مدل حجم کوچک شونده، مدل سطح کوچک شونده
– مقدمه‌ای بر انتقال جرم در سیستم‌های شیمیایی نفوذ کنترل
– مروری بر قوانین اول و دوم فیک، تعریف ضریب انتقال جرم
– روابط هم‌بستگی برای تعیین ضریب انتقال جرم: اعداد بدون بعد (Re، Sh، Sc، Gr، Pe)
– تئوری‌های انتقال جرم: تئوری فیلم، تئوری تراوش، تئوری نوسازی سطح
– مدلسازی سینتیکی واکنش‌های مشتمل بر فاز جامد
– واکنشهای ذره جامد –سیال: مدل هسته کاهنده – اندازه ذره ثابت، تاثیر دما و اندازه ذره، تلفیق مقاومت‌ها
– واکنشهای ذره جامد –سیال: مدل ذره کاهنده، تاثیر اندازه ذره بر ضریب انتقال جرم

۴. مرجع‌های درس

1- Ryan O'Hayre, "Materials Kinetics Fundamentals Principles, Processes, and Applications", Wiley, 2015
2- Octave Levenspiel, "Chemical Reaction Engineering"; Third Edition; Wiley, 1999

سایر مراجع:

3- E.L. Cussler, "Diffusion Mass Transfer in Fluid Systems", 3rd Edition; Cambridge University Press; 2007
4- James E. House, "Principles of Chemical Kinetics" Academic Press, 2007

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **روشهای شناسایی و آنالیز مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Characterization and Analysis Techniques**

دسته‌بندی: اصلی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۸۰ واحد

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با مبانی و اصول حاکم بر روش‌های آنالیز
۲- آشنایی با روش‌های آنالیز و مشخصه‌یابی
۳- توان‌مندی در انتخاب روش مناسب آنالیز

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوی درس

مقدمه‌ای بر آنالیز و مشخصه‌یابی مواد

- اهمیت و جایگاه، تعریف علم آنالیز
- ایمنی در کار آزمایشگاهی
- یادداشت برداری در کار آزمایشگاهی
- دسته‌بندی روش‌های آنالیز (کمی و کیفی، فیزیکی و شیمیایی)
- فرآیند آنالیز (نمونه‌گیری، آماده‌سازی، انجام آنالیز، گردآوری داده‌ها، محاسبات و گزارش نتایج)
- تکنیک آنالیز در مقابل مهارت‌های آنالیز (تمایز بین تکنیک آنالیز دستگاهی و مزایا و محدودیت‌های آن با انجام آزمون مطابق استانداردها و پروتکل‌های رایج)

مقدمه‌ای بر آمار

- تعاریف و قراردادها (میانگین، میانه و مد، انحراف معیار، واریانس، خطاها، توزیع داده‌ها، سطح اطمینان، معیار رد یا قبول داده‌ها)
- دقت، صحت و کالیبره کردن
- نحوه گزارش‌دهی اعداد در قالب جداول و نمودارها، انواع نمودارها
- مقدمه‌ای بر گزارش نویسی

جرم‌سنجی

- جرم، وزن، ترازو (انواع ترازو)
- اهمیت کالیبراسیون و مراقبت از ترازو

مقدمه‌ای بر تیتراسیون

- جایگاه، تعاریف و معرفی ابزارهای لازم، آماده‌سازی محلول
- محاسبات استوکیومتری در واکنش‌های تیتراسیون
- استانداردسازی به کمک یک محلول استاندارد
- محاسبات مربوط به درصد آنالیت
- تیتراسیون‌های چهارگانه در قالب مثال‌های کاربردی، محدودیت‌ها (حد تشخیص، تداخلات)

مقدمه‌ای بر آنالیز دستگاهی

- اصول کلی در آنالیز با استفاده از ابزارهای الکترونیکی (نمونه استاندارد، منحنی کالیبراسیون، ابزار الکترونیکی، خواندن سیگنال الکترونیکی)
- سنسورها، پردازشگر سیگنال، خواندن و منبع برق
- کالیبره کردن ابزار آنالیز
- روابط همبستگی خطی، روش حداقل مربعات، ضریب همبستگی

کلیات روش‌های اسپکتروشیمیایی

- اصول کلی در آنالیز با استفاده از ابزارهای الکترونیکی (نمونه استاندارد، منحنی کالیبراسیون، ابزار الکترونیکی، خواندن سیگنال الکترونیکی)

اسپکتروسکوپی اتمی

- مقایسه با روش اسپکترومتری UV-Vis
- جذب اتمی شعله‌ای: شعله و فرآیند شعله، منابع خطوط طیفی، مشعل پیش‌مخلوط (premix burner)، مسیر نوری، موضوعات تکنیکی و کاربردها (خطوط طیفی و اسلیت‌ها، منحنی‌های استاندارد خطی و غیرخطی، تنظیم لامپ)، تداخلات، ایمنی و نگه‌داری
- جذب اتمی کوره گرافیتی: مزایا و محدودیت‌ها
- پلاسمای جفت شده القایی
- حساسیت و حد تشخیص

فلورسانس پرتوی ایکس و آنالیز عنصری در میکروسکوپ‌های الکترونی

- تبیین جایگاه و هدف از انجام آنالیز
- یادآوری اعداد کوانتومی، قوانین گزینش، انتقال‌های مجاز الکترونی
- آشکارسازهای EDS و WDS
- نکات مهم کاربردی در آنالیز XRF و میکروسکوپ‌های الکترونی
- اطلاعات قابل استخراج از آنالیز عنصری در میکروسکوپ‌های الکترونی

پرتوی ایکس

- تبیین جایگاه و هدف از انجام آنالیز، مروری بر نام‌گذاری صفحه‌های بلوری، صفحه‌های هم‌خانواده وهم‌منطقه
- طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس، رابطه براگ، معادله شرر، عامل ساختار و انعکاس‌های غیرمجاز
- دستگاه‌ها وکاربردها، شبکه وارون
- طیف‌سنجی فلورسانس پرتو ایکس: سیستم پخشی انرژی (EDS)، سیستم پخشی طول موج (WDS)
- پراش الکترونی
- اطلاعات قابل استخراج از پراش، محدودیت‌ها

میکروسکوپی

- تبیین جایگاه و هدف از میکروسکوپی
- قدرت تفکیک وعمق میدان، عیب‌های عدسی
- انواع‌میکروسکوپ‌های نوری ومقایسه با انواع دیگر میکروسکوپ‌ها
- میکروسکوپی الکترونی عبوری (TEM)
- میکروسکوپی الکترونی روبشی (SEM)
- میکروسکوپی پروبی روبشی (SPM)
- اطلاعات قابل استخراج، تمایزات، محدودیت‌ها

آنالیزهای حرارتی

- جایگاه، مبانی و اصول

– روش‌های اسپکتروشیمیایی (refractometry)؛ روش‌ها بر مبنای جذب نور و نشر نور (spectroscopy//spectrometry)؛ اسپکتروفوتومتری (Spectrophotometery)
– ویژگی‌های نور (طول موج، سرعت، فرکانس، انرژی و عدد موج)، طیف الکترومغناطیسی
– مبانی انکسارسنجی (refractometry)، جذب، نشر و عبور نور، قانون بی‌یر، تاثیر غلظت بر طیف

اسپکترومتری UV-Vis و مولکولی IR

– ابزار و تجهیزات در اسپکترومتری UV-Vis، منبع، گزینش طول موج (فیلتر جذب، تک‌فام‌کننده‌ها)، قسمت نمونه (اسپکتروفوتومتر تک پرتو)، آشکارسازها، انتخاب کووت، تداخلات، انحرافات و رفع آن‌ها
– ابزار و تجهیزات در اسپکترومتری IR و FTIR، نمونه‌گیری (حالت مایع، حالت جامد)، قرص KBr، روش‌های بازتابش، مبانی ساده و پایه‌های تفسیر طیف‌های IR
– آنالیز گرمایی دیفرانسیلی (DTA)، کالری‌متری روبشی دیفرانسیلی (DSC) و آنالیز وزن‌سنجی‌گرمایی (TGA)
– ابزار و تجهیزات و اصول دستگاهی
– اطلاعات قابل استخراج از منحنی‌ها

آنالیز سطح

– تبیین جایگاه و هدف از انجام آنالیز
– مبانی و اصول
– تخلخل (BET)

تعیین اندازه ذره

– روش‌های میکروسکوپی (میکروسکوپی نوری، میکروسکوپی الکترونی)
– آنالیز سرندی
– تکنیک‌های ته‌نشین‌سازی (قانون استوکس)
– تکنیک‌های پراکنش لیزر (آنالیز پراش لیزر، طیف‌سنجی همبستگی فوتون)
– مقایسه روش‌ها، موارد استفاده، محدودیت‌ها و مزایا

۴. مرجع‌های درس

1- John Kenke, Analytical Chemistry for Technicians, 4th ed., CRC Press, 2014

۲– پیروز مرعشی، سعید کاویانی، حسین سرپولکی، علیرضا ذوالفقاری، اصول و کاربرد میکروسکوپ‌های الکترونی و روش‌های نوین آنالیز مواد، ابزار شناسایی دنیای نانو، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، چاپ سوم (۱۳۹۱)

۳– ف. گلستانی‌فرد، م. بهره‌ور، ا. صلاحی، روش‌های شناسایی و آنالیز مواد، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۳

منابع برای مطالعه بیشتر:

B. D.Cullity, S. R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, 3rdEd., Pearson Education International, 2001.

P. J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland, Electron Microscopy and Analysis, Taylor and Francis, 2001.

Y.Leng, -Materials Characterization, Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2ndEd., Wiley-VCH, 2013.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

۱. عنوان فارسی درس: **کارآموزی**
عنوان انگلیسی درس: **Internship**

دسته‌بندی: اصلی	نوع: عملی	پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ۸۰ واحد
تعداد واحد: **۲**	تعداد ساعت: ۲۴۰	آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با فضای کار و شرح وظایف مهندس و تجربه‌ی عملی آن
۲ـ کسب مهارت ارتباط حرفه‌ای با نیروهای انسانی
۳ـ تجربه و پرورش نگرش حل مسئله در محیط کاری

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☒ نگرشی (درک عمیق)

۳. برنامه‌ی درس

شرایط اخذ و محل

دانشجو می‌تواند از تابستان منتهی به سال سوم اقدام به اخذ کارآموزی نماید. لازمه‌ی اخذ آن ثبت نام این درس در پورتال است. یک یا چند واحد صنعتی به عنوان کاندید تعیین و از طریق مشاوره با مسوول کارآموزی محل کارآموزی انتخاب و تایید می‌شود. نوع فعالیت محل انجام کارآموزی باید با رشته مهندسی مواد مطابقت داشته باشد و ترجیحا در زمینه امور تولیدی، تحقیقاتی، مهندسی، اجرائی و یا خدماتی باشد.

رویه‌ی اخذ

فرایند اداری تعیین محل با مراجعه به مسؤول کارآموزی ۵ ماه قبل از زمان کارآموزی، شروع می‌شود. مراحل زیر باید انجام شود:

۱- مشخص کردن محل کارآموزی. هر سال دانشکده سهمیه‌هایی از شرکت‌ها اخذ می‌کند که دانشجو می‌تواند از آنها نیز استفاده کند.
۲- مراجعه به مسؤول کارآموزی برای اخذ معرفی‌نامه‌ی اولیه.
۳- تحویل معرفی‌نامه به محل موردنظر و اخذ تاییدیه‌ی پذیرش.
۴- تحویل تاییدیه به مسؤول و اخذ معرفی‌نامه‌ی نهایی برای شروع کارآموزی. در این مرحله استاد تخصصی نیز تعیین می‌شود.
۵- ثبت نام در آموزش دانشکده برای گرفتن واحد کارآموزی و ثبت درس در پورتال.
۶- مراجعه به محل کارآموزی و تحویل معرفی‌نامه نهایی و شروع دوره
۷- گرفتن گواهی تاییدشده‌ی گذارندن دوره با ذکر مدت آن از محل کارآموزی و تکمیل دیگر فرم‌ها پس از پایان دوره‌ی کارآوزی
۸- تحویل گزارش و دیگر فرم‌ها به مسؤول.
۹- ارزیابی گزارش و عملکرد حین دوره توسط استاد و مسؤول کارآموزی.

نکات و سوال‌ها

در این دوره باید به موارد زیر توجه شود:

۱- محصول واحد صنعتی (نقشه‌ی محصوی، کارآیی و مواد).
نمودار جریان فرآیند.
۲- ظرفیت تولید، تعداد پرسنل، تجهیزات و مدیریت/QA.
شرح وظایف کارآموز و ارتباط با سرپرست.
۳- استانداردها و روش‌ها کنترل کیفیت.
۴- چالش‌ها و مشکلات واحد صنعتی.
۵- ایده‌پردازی برای حل مسئله‌های موجود.

گزارش‌نویسی

در این دوره دو نوع گزارش باید تهیه شود:

۱- «گزارش روزانه» که به صورت دست‌نویس و در هر در دفتر کارآموزی نوشته می‌شود. این دفتر توسط ارتباط با صنعت دانشگاه تهیه و در ابتدای دوره تحویل می‌شود.
۲- «گزارش نهایی» که با استفاده از گزارش‌های روزانه بر طبق رویه‌ی نحوه‌ی نوشتن گزارش کارآموزی تهیه می‌شود. لذا باید قبل از شروع کارآموزی این رویه این مطالعه‌ی شود.

۴. مرجع‌های درس

۱- رضا صفابخش، پژوهش و ارائه در مهندسی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲
۲- رویه‌ی نحوه‌ی نوشتن گزارش کارآموزی.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مداوم ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☐ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: برای دستیابی به اهداف این واحد درسی، انتظار می‌رود کارآموزان در فعالیت‌های واحد صنعتی شرکت کنند و ضمن مفید بودن، هر چه بیش‌تر با محیط کاری مانوس شوند. در برنامه‌ی درس به صورت مختصر به شرایط اخذ کارآموزی و محل کارآموزی، شرح وظایف کارآموز، مسؤول و استاد تخصصی کارآموزی، روال اداری اخذ، نکات مهمی که باید به آن توجه شود، و خروجی‌ها و گزارش‌ها اشاره شده است. برای اخذ اطلاعات بیش‌تر به رویه‌ی شرایط اخذ کارآموزی ارایه‌شده توسط مدیریت ارتباط با صنعت و کارآفرینی صنعت دانشگاه برای درس کارآموزی مراجعه شود.

شناسنامه درس

۱. عنوان درس: **پروژه کارشناسی**

عنوان انگلیسی درس: **Bachelors of Science Project**

دسته‌بندی: اصلی　　نوع: عملی　　پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۳**　　تعداد ساعت: -　　آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با پروژه و کسب شناخت و مهارت اولیه برای مشارکت موثر در پروژه‌های صنعتی و پژوهشی
۲- کسب تجربه و مهارت در جستجو و مرور منابع کتابخانه‌ای، مطالعه هدفمند در موضوع، مستندسازی و گزارش مستند علمی
۳- آشنایی و تجربه‌ی زمان‌بندی، برنامه‌ریزی، طرح مساله و روش پژوهش

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

فاز صفر: شناسایی پروژه

مشاوره با استادها، انتخاب استاد(های) راهنما، مطالعه رویه و مقررات آموزشی
شناسایی نیاز و هدف کلی، مشاوره و بازدید، مطالعات اولیه
زمان‌بندی و طرح‌ریزی کلی پروژه، امکان سنجی و روش پژوهش کلی
مستندسازی (پیش‌نویس پروپوزال)
تصویب موضوع و عنوان، رویه اداری و پشتیبانی

فاز یک: طراحی پروژه

طرح مساله، هدف کمی، معلوم و مجهول، هندسه و فیزیک مساله، فرضیات
روش پژوهش و طراحی آزمایش، شناسایی پارامترها، طراحی تعداد نمونه‌ها و آزمایش‌ها، طراحی روش تحلیل، طراحی روش ارزیابی
برنامه‌ریزی اجرایی، لیست بسته‌های کاری، چک لیست، گانت چارت، برآورد
مستندسازی (پروپوزال اجرایی)
تصویب پیشنهاده پروژه (پروپوزال)

فاز دو: اجرای پروژه

جستجو، مدیریت و مطالعه منابع کتابخانه ای
مستندسازی (فصل ۲ پایان نامه: مرور منابع)
نمونه‌سازی و مدل‌سازی
انجام آزمایش و شبیه‌سازی
ثبت و پردازش داده‌ها
مستندسازی (فصل ۳ پایان نامه: روش پژوهش)
استخراج نتایج و بحث در نتایج
مستندسازی (فصل ۴ پایان نامه: نتایج و بحث)

فاز سه: ارزیابی پروژه

چک لیست ارزیابی مراحل کار و نتایج
مستندسازی (فصل ۵: جمع‌بندی و فصل ۱: مقدمه)
ویرایش پایان‌نامه، اسلاید سمینار و گزارش‌های نهایی
دفاعیه و داوری پایان نامه، انتشار
پایان پروژه

اخذ درس: پس از گذراندن پیش‌نیازهای مقررشده، درس پروژه کارشناسی با راهنمایی یک یا دو استاد راهنما و در طی حداکثر دو نیم‌سال تحصیلی به انجام می‌رسد. برای اخذ درس و امور و مقررات آموزشی لازم است دستورالعمل یا رویه اعلام شده از طرف اداره آموزش مطالعه و دنبال شود.

تاریخ‌های مهم: لازم است تاریخ‌های مهم پروژه (تاریخ شروع، پایان، مهلت تصویب و مهلت دفاعیه) شناسایی شده و درنظر گرفته و همواره مدیریت شود.

محتوای درس: محتوای درس پروژه (جدا از مقررات آموزشی پروژه) چنان که معرفی شده است، می‌تواند شامل چهار بخش (چهار فاز) کلی باشد. با نظر استاد راهنما و بسته به موضوع ممکن است ساختار کلی پروژه با حفظ اهداف متفاوت باشد، اگرچه چهار فاز کلی نامبرده و مراحل کار معمولا مستقل از موضوع و در بیشتر پروژه‌ها به طور مشابه دنبال می‌شود.

موضوع: موضوع و عنوان پروژه با نظر استاد راهنما شناسایی و طرح می‌شود.

خروجی: خروجی پروژه کارشناسی، شامل دو بخش مهارت و مستندات است. مطابق هدف های نامبرده، مهارت و تجربه کسب شده در مخاطب و پایان نامه کارشناسی او در اولویت است. نتایج موضوعی پروژه در سنجش و ارزیابی خروجی پروژه در اولویت نیستند، اگرچه نتایج علمی خوب، قابل توجه هستند.

ارزیابی: ارزیابی پروژه کارشناسی به روش روبریک و مطابق جدول پیوست انجام می‌شود.

۴. مرجع‌های درس :

1- A Guide To The Project Management Body Of Knowledge (PMBOK), 6th Ed., PMI, 2017

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ ارزیابی پایان‌دوره: (☒ پایان‌نامه ☒ دفاعیه)

۶. توضیح/پیوست:

در این درس، با راهنمایی یک یا دو استاد راهنما، پروژه کارشناسی در طی حداکثر دو نیم‌سال تحصیلی به انجام می‌رسد. با گذراندن این درس انتظار می‌رود که مخاطب شناخت اولیه و مهارت مقدماتی برای مشارکت موثر در پروژه‌های صنعتی و پژوهشی داشته باشد، مهارت در جستجو و مرور منابع کتابخانه‌ای، مطالعه هدفمند در موضوع، مستندسازی، نگارش و ویرایش گزارش مستند علمی کسب کرده باشد، روش پژوهش و طراحی آزمایش را تجربه کرده باشد، مهارت اولیه در طرح مساله داشته و اهمیت زمان، هدف و هزینه را در پروژه‌ها درک کند، برای اجرای کارها و آزمایش‌ها طبق برنامه پروژه پیگیر باشد، و در یک کارگروه پروژه، برای ارتباط با افراد از طریق خواندن و نوشتن مهارت کافی داشته باشد.

لازم است توجه شود که هدف از انجام پروژه کارشناسی، کسب تخصص در موضوع یا زمینه خاصی نیست. همچنین هدف انتخاب شغل آینده، انتخاب موضوع ادامه تحصیل یا بالابردن رتبه انتشارات فرد نیست. اگرچه ممکن است این موارد در انتخاب موضوع پروژه مدنظر قرار گیرند، اما هدف پروژه کارشناسی مواردی است که در بند هدف درس نوشته شده و این هدف نسبت به موضوع پروژه در اولویت قرار دارد.

توجه به علاقمندی مخاطب (هم از طرف استاد و هم از طرف خود مخاطب) می‌تواند به انگیزش، شناخت توانمندی فردی، ایفای نقش در پروژه و در نهایت به هدف درس کمک کند. علاقمندی، در انتخاب پروژه (انتخاب استاد و موضوع) به کار می آید، اما پس از انتخاب، در طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی پروژه بهتر است معیارهای هدف، زمان و هزینه مدنظر قرار گیرند، نه علاقمندی. چرا که پروژه‌های کاری روی علاقه فردی طرح نمی شود و طراحی پروژه بر اساس علاقمندی، می‌تواند مخاطب را از هدف درس دور می‌کند. به همین دلیل بهتر است پیشنهادیه پروژه کارشناسی پیش‌تر توسط استادان طرح ریزی شده باشد و سپس دانشجو از بین گزینه های موجود یکی را انتخاب کند.

جدول روبریک برای ارزیابی پروژه

ردیف	معیار	شرح معیار	رده ارزشیابی			
			نامطلوب	درحال بهبود	مطلوب	فراتر از انتظار
۱	موضوع	به طور کلی شامل موارد زیر است: اهمیت موضوع/ نیاز ملی یا جهانی/ ایده و نوآوری/ بیان هدف/ طرح مساله / طرح پرسش	○ دانشجو اهمیت موضوع و هدف را نمی داند و در فصل روش پژوهش هیچ تعریفی از مساله نمی داند و ارایه نکرده است. بدون هیچ هدف و ایده ای کار کرده است،	○ دانشجو اهمیت موضوع را می داند. هدف کار را بیان نکرده است اما می داند. در فصل روش پژوهش تعریف چندانی از مساله ارایه نکرده است، اما از مساله شناخت دارد و می تواند شرح دهد.	○ دانشجو هدف و تعریف مساله را می داند و در فصل روش پژوهش ارایه کرده است.	○ دانشجو نه تنها هدف و تعریف مساله را می شناسد و به خوبی ارایه کرده، بلکه به نیاز و اهمیت کار خود باور داشته، در طرح موضوع نقش داشته و به طور خلاقانه طرح پرسش داشته است. موضوع و خلاقیت دانشجو فراتر از کارهای همکلاسی ها است.
۲	دانش	شناخت علمی/ جستجوی منابع/ مطالعه هدفمند / تفکر انتقادی / مرجع گذاری / تحلیل علمی نتایج/	○ دانشجو هیچ توانمندی نشان نداده و کار او در این مورد به ویرایش اساس نیاز دارد. کار قابل قبول نیست.	○ دانشجو توانمندی دارد و کار او رو به بهبود است، اما در این مورد نیاز به ویرایش جزیی کار است.	○ کار دانشجو قابل قبول و خوب است.	○ کار دانشجو فراتر از آنچه از همکلاسی ها انتظار می رود است.
۳	روش	روش پژوهش/ طراحی آزمایش/ مهارت آزمایشگاهی/ محاسباتی/ کارگاهی/ پیگیری کارها/ مدیریت کارها و زمان	○ دانشجو هیچ توانمندی نشان نداده و کار او در این مورد به ویرایش اساس نیاز دارد. کار قابل قبول نیست.	○ دانشجو توانمندی دارد و کار او رو به بهبود است، اما در این مورد نیاز به ویرایش جزیی کار است.	○ کار دانشجو قابل قبول و خوب است.	○ کار دانشجو فراتر از آنچه از همکلاسی ها انتظار می رود است.
۴	کلیات پایان نامه	ساختار و فهرست پایان نامه/ نگارش بخش ها و بندها/ کلیات مستندسازی/ ارتباط محتوا و عنوان	○ دانشجو هیچ توانمندی نشان نداده و کار او در این مورد به ویرایش اساس نیاز دارد. کار قابل قبول نیست.	○ دانشجو توانمندی دارد و کار او رو به بهبود است، اما در این مورد نیاز به ویرایش جزیی کار است.	○ کار دانشجو قابل قبول و خوب است.	○ کار دانشجو فراتر از آنچه از همکلاسی ها انتظار می رود است.
۵	جزییات پایان نامه	رعایت قواعد نگارش/ شکل/جدول/فرمول/ گرامر و سجاوندی / انتخاب واژه ها / توجه به جزییات در مستندسازی	○ دانشجو هیچ توانمندی نشان نداده و کار او در این مورد به ویرایش اساس نیاز دارد. کار قابل قبول نیست.	○ دانشجو توانمندی دارد و کار او رو به بهبود است، اما در این مورد نیاز به ویرایش جزیی کار است.	○ کار دانشجو قابل قبول و خوب است.	○ کار دانشجو فراتر از آنچه از همکلاسی ها انتظار می رود است.
۶	ارتباط جمعی	کار گروهی در پروژه / مهارت شنیداری / ارایه و بیان موضوع در دفاعیه/ طراحی اسلاید/ پاسخ به پرسش/ ارتباط با مخاطب	○ دانشجو هیچ توانمندی نشان نداده و کار او در این مورد به ویرایش اساس نیاز دارد. کار قابل قبول نیست.	○ دانشجو توانمندی دارد و کار او رو به بهبود است، اما در این مورد نیاز به ویرایش جزیی کار است.	○ کار دانشجو قابل قبول و خوب است.	○ کار دانشجو فراتر از آنچه از همکلاسی ها انتظار می رود است.

مجموعه دروس تخصصی

۱. عنوان فارسی درس: **اصول تولید فلزات ۱**

عنوان انگلیسی درس: **Principles of Metal Production I**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ترمودینامیک مواد

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☒ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ مبانی پیرومتالورژیکی و هیدرومتالورژیکی تولید، تصفیه و بازیافت فلزات و ترکیبات فلزی

۲ـ آشنایی با فناوری‌های تولید فلزات

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

کلیات

– نمای کلی از تولید فلزات: تاریخچه و جایگاه، بازار فلزات و ترکیبات فلزی، تاثیرات زیست محیطی تولید فلزات، نمودارهای جریان در تولید فلزات

– یاد آوری مفاهیم کاربردی شیمی/ اصول ترمودینامیکی (تعادل) و سینتیکی (نرخ و مکانیزم مورد نیاز در فرایندهای تولید)

– معرفی و طبقه‌بندی انواع راکتورهای تولید فلز، مبانی اولیه موازنه جرم و حرارت و استوکیومتری

– آشنایی با کانی‌شناسی ترکیبات فلزی مهم

فرایندهای آماده‌سازی ماده معدنی

– پیش‌عملیات فیزیکی: معرفی تکنیک‌های فرآوری و تغلیظ، معرفی فرایندهای آگلومراسیون و آماده سازی بار

– پیش‌عملیات شیمیایی: تکلیس و تشویه، فن آوری و ملاحظات ترمودینامیکی (دیاگرام‌های پایداری)

پیرومتالورژی

– احیای حرارتی: فن‌آوری و مبانی ترمودینامیکی، دیاگرام‌های الینگهام–ریچاردسون، احیای کربوترمی و واکنش بودوارد، احیای متالوترمی و احیا با هیدروژن

– فرایندهای ذوب و تبدیل مات: کاربرد و فن‌آوری، مبانی ترمودینامیکی

– خواص فیزیکی و شیمیایی سرباره‌ها

– تصفیه حرارتی و تولید فلز: واکنش‌های فلز/سرباره، گاز/فلز، و فلز/فلز در تصفیه فلزات

هیدرومتالورژی

– لیچینگ به عنوان یک فرآیند جداسازی: ملاحظات ترمودینامیکی/سینتیکی، روش‌های اجرایی

– تصفیه/ تغلیظ/ خالص‌سازی محلول‌های آبی: رسوب‌دهی شیمیایی، سمنتاسیون استخراج حلالی و کربن فعال

الکترومتالورژی

– بازیابی الکتریکی (الکتروویننگ)

– تصفیه الکتریکی (الکتروریفاینینگ)

نمونه‌های کاربردی

– نمودار جریان تولید آهن و فولاد: به روش کوره بلند و کنورتور قلیایی، به روش احیای مستقیم و کوره قوس الکتریکی

– نمودار جریان تولید و تصفیه مس به روش پیرو و هیدرومتالورژی

– نمودار جریان تولید آلومینیوم به روش بایر

– نمودار جریان تولید روی و سرب به روش پیرو و هیدرومتالورژی

– روشهای نوآورانه در تولید فلزات

- مرجع‌های درس

۱. اصول استخراج فلزات، نوشته ترکل روزنکویست – ترجمه محمد کرمی نژاد، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۶

2. M. Shamsuddin, Physical chemistry of metallurgical processes, Wiley 2016

3. Alain Vignes, “Extractive Metallurgy, Vol 3. Processing Operations and Routes”, Wiley, 2011

۴. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۵. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **آشنایی با فرایندهای ساخت**

عنوان انگلیسی درس: **Introduction to Manufacturing Process**

دسته‌بندی: تخصصی	نوع: نظری	پیش‌نیاز (هم‌نیاز): خواص مکانیکی مواد ۱
تعداد واحد: **۳**	تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی: ☒کلاس تمرین ☐سمینار ☐بازدید ☐کارگاه ☐آزمایشگاه ☒چندرسانه‌ای

۲. هدف‌های درس

۱) آشنایی با فرایندهای ساخت قطعات مهندسی

۲) آشنایی با فرایندهای ساخت از نگاه مواد

۳) آشنایی و درک کاربرد هرم مواد (کارایی، خواص، ترکیب و ساختار، فرآوری) در ساخت قطعات مهندسی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

بخش۱: آشنایی با طراحی و روش‌های ساخت

مقدمه:

– تولید چیست؟ طراحی محصول چیست؟ مهندسی همزمان چیست؟ طراحی مفهومی قطعه چیست؟ مهندسی معکوس چیست؟ آشنایی با روش‌های طراحی و تولید قطعات.

مروری بر مراحل ساخت:

شکل‌سازی:

– شکل‌سازی اولیه (تعریف و روش‌ها، شمش‌ریزی، پروفیل‌سازی، ورق‌سازی)، شکل‌سازی ثانویه (انواع و روش‌ها، شکل‌ریزی (ریخته‌گری) و شکل‌دهی، ورق‌کاری، پتکاری، روش‌های پودری، نمونه‌سازی سریع RP)

ماشین‌کاری:

– روش‌های ماشین‌کاری، تلورانس‌ها

اتصال:

– روش‌های اتصال قطعات، اتصالات دائم و موقت، فرایندهای اتصال (جوشکاری، لحیم‌کاری، مکانیکی، شیمیایی،...)، مقایسه روش‌ها، هزینه روش‌های اتصال، عمر اتصالات، اقتصاد اتصالات

تمام‌کاری:

– روش‌ها و فنآوری تمام‌کاری، فن‌آوری سطح، زبری سطح، اصطکاک، سایش، روانکاری، عملیات سطح، روکش‌دهی، عملیات حرارتی، انواع پوشش‌ها

مروری بر روش طراحی:

– طراحی قطعه (طراحی صنعتی، طراحی مکانیکی، طراحی مواد، طراحی فرایند)

– انتخاب مواد (کارایی، غربالگری، رتبه‌بندی و بهینه‌سازی، ارزیابی)

– انتخاب فرایند (شناسایی، غربالگری، رتبه‌بندی و بهینه‌سازی، ارزیابی)

– طراحی فرایند برای ساختار (هرم مواد: کارایی، خواص، ساختار، فرایند)

بخش۲: فرایندهای ساخت

ریخته‌گری:

– معرفی، فرایندهای ریخته‌گری، ملاحظات طراحی (مزایا و محدودیت‌ها)، تجهیزات و ابزار ریخته‌گری، آشنایی با طراحی مدل و قالب ریخته‌گری، آشنایی با طراحی تغذیه و راهگاه ریخته‌گری، شکل‌ریزی پلیمرها و سرامیک‌ها

شکل‌دهی:

– فرایندها (نورد، آهنگری، اکستروژن، کشش، ورق‌کاری)، ملاحظات هندسی، فرایند نورد تخت (نیروی غلطک و توان و گشتاور نورد، عیوب نورد) فرایند نورد مقاطع، فرایند آهنگری (انواع، قالب باز و قالب بسته، قابلیت آهنگری فلزات، – ورق‌کاری (برشکاری و پانچ، قالب پانچ، خم‌کاری، نیروی خم، کشش عمیق، ملاحظات اقتصادی)، شکل‌دهی پودری (تجهیزات، پرس سرد و گرم، مواد مهندسی شکل‌دهی پودری، ملاحظات اقتصادی متالورژی پودر)، نمونه‌سازی سریع (فرایندها، مدل‌سازی، نمونه‌سازی، قطعه‌سازی، مزایا و محدودیت‌ها)، ابزار ساخت (آشنایی با قالب‌افزار Die، اجزای قالب، سنبه و ماتریس، قالب خم، قالب برش، قالب کشش، قالب فورج، قالب اکستروژن، آشنایی با طراحی قالب)

ماشین‌کاری:

– اصول اولیه ماشین‌کاری، نقشه‌خوانی، تلورانس‌ها، ماشین‌کاری و برشکاری، نیروی ماشین‌کاری، ابزار، قابلیت ماشین‌کاری، برش، سوراخکاری، مته‌کاری، اره‌کاری، آسیاکاری، ماشین‌کاری پیشرفته CNC، ملاحظات

جوشکاری:

– جوشکاری ذوبی (شعله‌ای، قوسی، مقاومتی، لیزری و سایر)، جوشکاری حالت جامد (اصطکاکی، اصطکاکی–اغتشاشی، انفجاری، نفوذی)، طراحی و انتخاب روش جوشکاری، آزمون‌های کیفی جوش، اقتصاد جوشکاری

مهندسی سطح و عملیات حرارتی:

– زبری سطح، ساختار سطوح، سایش، تمیزکاری، اصول عملیات حرارتی، فرایندها، سختی‌پذیری، نمودارهای TTT و CCT، سیکل‌های عملیات حرارتی

بخش۳: انتخاب فرایند، هزینه و کیفیت

انتخاب فرایند:

– روش‌های انتخاب فرایند، فرآوری برای خواص، معیارهای انتخاب روش ساخت، تصمیم‌گیری چندمعیاره در تولید قطعات، انتخاب فرایند سیستماتیک (شناسایی، غربالگری، رتبه‌بندی و بهینه‌سازی، ارزیابی)

– انتخاب فرایند بر اساس کمترین هزینه تولید، بهینه‌سازی

مهندسی اندازه‌گیری (Metrology)،

– عیوب قطعات در ساخت

مدیریت کیفیت:

– آشنایی با QA، QC و TQM، تضمین کیفیت (QA)، مدیریت کیفیت فراگیر (TQM)، استانداردهای ISO 9000 و QS در کیفیت قطعات، مفاهیم کیفیت و روش‌های آماری، کالیبراسیون، بررسی‌های غیرمخرب

– اتوماسیون صنعتی (اتوماسیون در ساخت و تولید، اداره و جابجایی مواد، کنترل عددی، فن‌آوری حسگرها، روش‌های صنعتی کنترل دما، تولید به کمک کامپیوتر CAM، سیستم‌های تولید یکپارچه با رایانه

عیوب، اقتصاد آهنگری)، اکستروژن (انواع سرد و گرم، نیروی فشار و جریان مواد، عیوب، تجهیزات، ملاحظات طراحی)، کشش (فرایندها، قالب، نیروی کشش، تجهیزات، عیوب، ملاحظات طراحی)،	**برآورد هزینه فرایند:** – مدیریت هزینه کسب و کار در ساخت و تولید (آشنایی با طرح کسب و کار BP، برآورد مالی فرایندهای ساخت، مقایسه مالی روش‌های شکل‌دهی قطعات

۴. مرجع‌های درس

1- Kalpakjian, Schmid, Manufacturing Engineering and Technology, 7th ed., Pearson, 2014.
2- M.F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, 4th ed., 2011
3- R. Creese, "Introduction to Manufacturing Processes and Materials", CRC press, 1999
4- Beddoes, M.J. Bibby, Principles of Metal Manufacturing Processes, Elsevier, 1999.
5- H.N. Gupta, R.C. Gupta and Arun Mittal, Manufacturing Processes, 2nd Ed., New Age International Publisher, 2009.
6- Mikell P. Groover, "Introduction to Manufacturing Processes", Wiley, 2012
7- D. C. Montgomery, 6th ed. Introduction to Statistical Quality Control, 2009

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **مواد پیشرفته**

عنوان انگلیسی درس: **Advanced Materials**

دسته‌بندی: تخصصی نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): فیزیک مواد

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ آشنایی با مواد پیشرفته، فرایندهای ساخت، و کاربردهای مواد پیشرفته با تکیه بر ویژگی‌های نوری، الکتریکی، مغناطیسی

۲ـ آشنایی با ویژگی‌های مواد پیشرفته‌ی برای انتخاب مواد در یک کاربرد خاص

☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه:

– مقدمه ای بر مواد پیشرفته، طبقه بندی، روشهای ساخت و کاربردهای آنها

مواد الکترونیک:

– مقدمه، دسته بندی مواد الکترونیک، مواد نیمه هادی، مواد دی الکتریک، مواد فروالکتریک، پیزوالکتریک، پیروالکتریک، خواص و کاربردها

مواد مغناطیسی:

– مقدمه ای برخواص مغناطیسی، دسته بندی، مواد دیامغناطیس، پارامغناطیس، سوپرپارامغناطیس، فرومغناطیس، آنتی فرومغناطیس و مواد مغناطیسی سخت و نرم، خواص و کاربردها

مواد مرکب:

– انواع دسته بندی مواد مرکب، مواد تقویت کننده، زمینه، مکانیزمهای مقاوم شدن، فرایندهای تولید، خواص فیزیکی و مکانیکی و کاربردها، سرمته)

مواد سلولی:

– معرفی و دسته بندی مواد سلولی، روشهای ساخت مواد سلولی، مشخصه یابی و خواص مواد سلولی، فومهای فلزی و کاربردهای مواد سلولی

مواد زیستی:

– معرفی و دسته بندی، ساختار، سنتز، خواص و کاربردهای مواد زیستی سرامیکی، فلزی، پلیمری، مواد مرکب زیست)

نانو مواد:

– معرفی، سنتز، دسته بندی و انواع مواد نانو، معرفی ساختارهای نانو و روشهای تولید، مشخصه یابی و خواص نانو مواد، برخی کاربردهای نانومواد

سوپر آلیاژها:

– معرفی و دسته بندی سوپرآلیاژها، سوپرآلیاژهای پایه نیکل و پایه کبالت و پایه آهن–نیکل، مکانیزمهای استحکام دهی، اثرات ترکیب شیمیایی، شناسایی فازها و کاربردها

مواد کربنی:

– معرفی و دسته بندی، ساختار و پیوندها در مواد کربنی،گرافیت، الماس، فولرنز، نانوتیوب، گرافن، انواع الیاف کربنی خواص و کاربردها

شیشه های فلزی:

– (معرفی، مبانی رفتاربلوری شدن، قابلیت شیشه ای شدن آلیاژها، روشهای ساخت، ، خواص و کاربردها

الیاف:

– معرفی و دسته بندی الیاف، الیاف کربنی پایه قیر (Pitch) و پایه PAN، الیاف شیشه، الیاف بور، الیاف آلی و الیاف سرامیکی، خواص، روشهای ساخت و کاربردها

مواد سخت:

– هاردمتالها، کاربیدهای تنگستن، ساختار، خواص، سنتز و کاربردها

مواد هوشمند:

– معرفی مواد هوشمند، اثرات حافظه داری، سوپرالاستیسیته، آلیاژهایNiTi ، کاربردهای آلیاژهای حافظه دار

۴. مرجع‌های درس

1. "Advanced Structural Materials: Properties, Design Optimization and Application", Edited by Winston O. Soboyejo and T.S. Srivatsan, Taylor & Francis, 2006.
۲. "مواد پیشرفته"، محمدابراهیم ابراهیمی، حامد کی‌پور، دانش پویان جوان، ۱۳۹۳.

سایر مراجع

3. "Electronic, Magnetic, and Optical Materials", P. Fulay and J. K. lee, Taylor & Francis Group, 2017.
4. "The Superalloys: Fundamentals and Applications", R. C..Reed, Cambridge University Press, 2008.
5. "Handbook of Cellular Metals: Production, Processing, Applications", H. P. Degischer, B. Kriszt, Wiley-VCH, 2002.
6. "Introduction to Biomaterials", D. Shi, Tsinghua University Press, 2006.
7. "Bulk Metallic Glasses", C. Suryanarayana and A. Inoue, Taylor & Francis Group, 2011.
8. "Fibers and Composites", P. Delhaès, Taylor & Francis, 2003.
9. "Carbon Materials for Advanced Technologies", T. D. Burchell, Elsevier Science Ltd, 1999.
10. "Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications", A. S. Edelstein and R. C. Cammarata. 1998.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **عملیات حرارتی**

عنوان انگلیسی درس: **Heat Treatment**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): متالورژی فیزیکی ۲

تعداد واحد: **۲** | تعداد ساعت: ۲۴ | آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با انواع، کاربرد و فرایندهای عملیات حرارتی در فرایند تولید قطعات فلزی
۲- مهارت در کاربرد منحنی‌های سردشدن هم‌دما و پیوسته (TTT و CCT) و ارتباط ریزساختار با خواص فلزات
۳- مهارت اولیه در طراحی چرخه‌های عملیات حرارتی برای بهبود خواص قطعات فلزی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه

- دیاگرام آهن-کربن، انواع فازهای و ساختارهای فازی در فولادها
- انواع دگرگونی فازی حالت جامد و بررسی ساختارها و نحوه تشکیل آنها شامل: استحاله های یوتکتوید، ماقبل و مابعد یوتکتوئید، پرلیت، مارتنزیت و انواع آن، فریت و انواع آن، بینیتی وانواع آن، سوربیت، تروستیت

نمودرهای زمان-دما-دگرگونی فازیTTT و CCT

- نمودارهای استحاله هم دما IT، اصول رسم و استفاده کاربردی، مثال ها
- نمودارهای غیر همدما CT، اصول رسم و استفاده کاربردی، مثال ها.
- نمودارهای TTT برای فولادهای ساده کربنی یوتکتویدی، ماقبل و مابعد یوتکتوئید. نمودارهای TTT فولادهای آلیاژی، استفاده از نمودارهای CCT بر اساس نرخ سرد شدن قطعات. اثر نرخ سرد شدن بر تشکیل ساختارهای تعادلی و غیر تعادلی

فرایندهای عملیات حرارتی برای ایجاد ساختارهای تعادلی

- همگن سازی غلظتی و دانه بندی آنیل (ایزوترمال و کامل) و نرمال کردن، کروی کردن در فولادها، تمپرکردن
- تنش زدایی، بازیابی، تبلور مجدد، خواص مکانیک و ساختار میکروسکوپی درفولادها و چدن ها

سختی و سختی پذیری

-سختی مارتنزیت، قابلیت سختی پذیری، توزیع سختی در قطعات عملیات حراتی، پارامتر های موثر بر سختی پذیری
- آزمون جامینی در تعیین سختی پذیری، کمیت سختی پذیری، طراحی عمق سختی پذیری، کاربرد سختی پذیری در صنعت

آستنیت و مارتنزیت در فولادها

- تشکیل آستنیت، کنترل اندازه دانه آستنیت، آستنیت باقیمانده، اثر عناصر آلیاژی و دیاگرام شفلر، خواص استنیت، اثر فاز آستنیت بر خواص مکانیکی. عملیات آستمپرینگ، اثر تنش های حاصل از استحاله آستنیت. نکات فنی در ایجاد ساختار آستنیتی و فولادهای آستنیتی به کمک دیاگرام های CCT
- مارتنزیت، مارتنزیت تمپرشده، اثر کربن و عناصر آلیاژی، اثر فاز مارتنزیت بر خواص مکانیکی فولادها و چدن ها، پدیده تردی، تردی ثانویه، تردی حرارتی، تردی نیتریدی، مارتمپرینگ، روش های کونچ کردن برای ایجاد ساختار مارتنزیت و نکات فنی مهندسی، نقش تنش های استحاله مارتنزیتی در خواص قطعه طراحی ساختار مارتنزیتی به کمک دیاگرام های CCT

سخت کردن سطحی

- سخت کردن با تغییر ترکیب شیمیایی سطح قطعات: کربوره کردن، نیتروره کردن، کربورو نیتروته، سخت کاری سطحی فولادها، حمام ها و محیط های سختکاری سطحی، اثر عناصر الیاژی، طراحی عمق سختی کاری سطحی و ممانعت کنندهای سختکاری سطحی
- سخت کردن بدون تغییر ترکیب شیمیایی، فولادهای مستعد به سخت کاری سطحی (casehardening steel)، روش های القایی، شعله‌ای و لیزری

نکات کاربردی در فرایند عملیات حرارتی

- محیط های گرم‌کننده، حمام ها، اتمسفرهای کاری، انواع کوره‌ها عملیات حرارتی، کنترل نرخ سرد شدن و گرم شدن، فرایندهای چند سیکلی
- محیط های خنک کننده، نکات فنی در عملیات حرارتی فولادهای آلیاژی و فولاد ابزار، مروی بر کد گذاری الحاقی در فولادهای عملیات حرارتی شده، عملیات حرارتی قطعات حجیم و جداره نازک، راه کارهای کاهش تنش پسماند حرارتی و تاب برداشتن قطعات، عیوب رایج در عملیات حرارتی و راه های جلوگیری آن

آشنایی با عملیات حرارتی چدن ها

- انواع چدن، چدن‌های مستعد به عملیات حرارتی، سیکل‌های رایج عملیات حرارتی چدن‌ها، مزایا، محدویت‌ها و عیوب احتمالی
- طراحی ساختار گرافیت و فاز زمینه در چدن ها به کمک دیاگرام های CCT، تبدیل ساختار های غیرتعادلی به تعادلی و اثر آن بر خواص مکانیکی چدن‌ها، ارتباط ریزساختار و سیکل عملیات حرارتی بر خواص مکانیکی چدن‌ها

۴. مرجع‌های درس

۱-م.ع.گلعذار، عملیات حرارتی فولادها و چدن ها، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۲
2-G. Krauss, Heat Treatment and Process Principles, ASM International, 1990

سایر منابع

3-Heat Treatment Guide, ASM International, 1996
4-Anil Kumar Sinha, Ferrous Physical Metallurgy, McGraw-Hill, 2003

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیحات: -

۱. عنوان فارسی درس: **اصول شکل‌دهی مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Principles of Materials Forming**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): خواص مکانیکی مواد ۱

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با اصول و روش تحلیل فرایندهای شکل‌دهی فلزات،
۲ـ توانمندی استفاده از معادلات ساختاری و انرژی در تحلیل فرایندهای تغییرشکل مواد
۳ـ آشنایی با رفتار مواد در برابر تغییرشکل

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه

– معرفی فرآیندهای مختلف تولید، مقایسه روش شکل دادن با سایر روشها، مزایا و محدودیتها، معرفی اولیه روشهای شکل دهی، تقسیم بندی روشهای مختلف شکل دهی بر اساس مد تنش، وسائل ایجاد نیرو، پرس و پتک: مزایا و معایب

تئوری تغییر شکل پلاستیک

– تعریف تانسور تنش، تنشهای اصلی تنشهای هیدروستاتیک و کاهش یافته و روابط مربوطه ، کرنش مهندسی و حقیقی، معیارهای تسلیم ترسکار و ون میزز در حالت دوبعدی و سه بعدی ، سطوح تسلیم ، نقش تنش هیدورستاتیک و تنشهای کاهش یافته در تسلیم ، روابط پرانتل–راس و لوی– میزز

ناپایداری پلاستیک

– ناپایداری تغییر شکل پلاستیک در کشش تک محور، کشش دومحور متوازن، کره جدار نازک تحت فشار داخلی، استوانه جدار نازک تحت فشار داخلی، آزمایش بالج

آزمایشهای شکل دهی

– تعریف آزمایشهای استاندارد، آزمایش کشش، منحنی های حقیقی و مهندسی ، تست فشار تک محوری، تست فشار در شرایط کرنش صفحه ای، آزمایش بالج

معرفی روشهای تحلیل فرایندهای شکل دهی فلزات

– روش کار ایده آل، روش تختال، حد فوقانی، میدان خطوط لغزش، ویزیوپلاستیسیته، روشهای عددی مانند روش اجزاء محدود)

متالورژی شکل دهی فلزات

– کارسختی، اثر دما و نرخ کرنش، شکل دادن سرد ، گرم و داغ، بازیابی و تبلور مجدد استاتیکی و دینامیکی

فورج

– انواع فورج، دستگاهها و قالبهای فورج، تحلیل نیرو وفشار، اصوا طراحی در فورج، عیوب فورج

اکستروژن

– انواع اکستروژن، سیلان فلز در اکستروژن، تحلیل نیرو وفشار در اکستروژن، عیوب اکستروژن

کشش

– انواع کشش(تسمه و لوله و ...)، تحلیل نیرو و فشار در فرایندهای کشش، اثر اصطکاک و کار اضافی، عیوب کشش

نورد

– انواع نورد، دستگاهها و خطوط نوردتحلیل ریاضی نورد، تحلیل نیرو وفشار در نورد تخت، عیوب غلتک و محصولات نوردی، نورد مقاطع

فراینهای مدرن شکل دهی فلزات

– شکل دهی انفجاری، شکل دهی با لیزر و ...

۴. مرجع‌های درس

1- W.Hosford and R.Caddell, Metal forming, Mechanics and Metallurgy, 2011
2- G.Rowe, Principles of Industrial Metalworking Processes, 1977
3- K.Lange, Handbook of Metal Forming, 1985
4- G.Dieter, Mechanical Metallurgy, 1988

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **ریخته‌گری**

عنوان انگلیسی درس: **Casting**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): پدیده‌های انتقال، نقشه کشی صنعتی

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱) آشنایی با ابزار و روش‌ها و فرایندهای ریخته‌گری
۲) آشنایی با اصول و روش طراحی فرایند تولید قطعات ریخته گری
۳) کسب مهارت در طراحی و تولید قطعات ریختگی استاندارد

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوی درس

بیشینه و جایگاه فرایند ریخته گری در تولید قطعات مهندسی

–بیشینه، تعاریف و جایگاه فرایند ریخته گری در مهندسی، اهمیت فرایند یخته گری در هرم علم و مهندسی مواد، اشنایی با فرایند ریخته گری به عنوان یک روش تولید فلزات.

–تعاریف رایج در صنعت ریخته گری و واحدهای مختلف یک کارگاه ریخته گری PFD، شمش ریزی، شکلریزی، مدل و قالب و سطح جدایش مدل و قالب

انواع روش های ریخته گری

-انواع ریخته گری در قالب های ماسه ای شامل: قالب ماسه ای تر و خشک، ماسه CO2، دقیق، پوسته سرامیکی، گچی، سیمانی، شابلونی، مدل فداشوند LFC/EPC، ماسه خشک با خلا (V-process) و غیره

–انواع ریخته گری در قالب فلزی، شامل: گریز از مرکز، تحت فشار با محفظه سرد و داغ، کم فشار، قالب فلزی ثقلی، کوبشی، مخلوط جامد/مایع، سربالا، پوسته ای تو خالی، شمش ریزی مداوم و تکباره

تهیه ذوب و کورهای ذوب

–انواع کوره های ذوب، تهیه ذوب و عملیات کیفی مذاب شامل: گاززدایی مذاب (مکش، خلا، دی گازور و غیره)، استفاده از اصلاح کننده ها و تلقیح مذاب برای دانه ریز کردن یا تغیر شکل فازها به منظور افزایش کیفیت قطعه ریختگی، سرباره گیری و سرباره سازها، تهیه مذاب و الیاژ سازی ذوب بر اساس نام استاندارد آلیاژ

مواد قالبگیری در ریخته گری و آزمون ها

– انواع معادن و منابع ماسه ها، انواع جنس ماسه ها، خواص و کاربرد ماسه های مخصوص ریخته گری و الزامات ماسه قالب، انواع چسبها (معدنی، آلی، طبیعی) و ویژگی های آنها، کاتالیزورها

– آزمون های ماسه شامل: آزمون الک، عدد ریزی ماسه و ضریب الک، نمودارهای اندازه، پخش و شکل دانه های ماسه، آزمون محاسبه سطح ویژه ذرات ماسه، آزمون ضریب گوشه داری ماسه، قانون دارسی و آزمون نفوذپذیری گاز، آزمون مقاوت به خردایش ماسه، آزمون استحکام ماسه و ماهیچه (برشی، خمشی، کششی)، آزمون مقدار رطوبت و خاک ماسه، آزمون دیرگدازی ماسه و سایر آزمون های رایج که به کمک آنها بتوان مخلوط قالب گیری را تهیه نمود.

طراحی فرایند تولید قطعات ریختگی (Design Detail)

– مدل های ریاضی انتقال حرارت طی ریخته گری و انجماد فلزات، محاسبه مدول قطعه ریختگی، قانون چرنیف و محاسبه زمان انجماد قطعه. تعریف تغذیه، انواع و وظایف تغذیه.

– مراحل طراحی تغذیه به کمک زمان انجماد شامل: رفتار انقباض مذاب از ریخته گری تا پایان انجماد، الزامات تغذیه، ارتباط مدول قطعه و تغذیه، طراحی و فناوری تغذیه گذاری، روشها مختلف نعیین تعداد، ابعاد، و مکان نصب تغدیه. راندمان و کارایی تغذیه.

– مراحل طراحی سیستم راهگاه، شامل: قوانین مکانیک سیالات در ریخته گری، محاسبه زمان باراریزی، تعریف سیستم راهگاهی، انواع و اجزاء (باریز، اصلی و راهباره ها)، و طرح های مختلف سیستم راهگاهی، انتخاب و طراحی اجزای سیستم راهگاهی، محاسبه سطح مقطع تنگه راهگاه، تعیین مساحت و ابعاد سطح مقطع اجزای سیستم راهگاه. تهیه نقشه قطعه ریخته گری به همراه تغذیه و راگاه و دیگر الزامات طراحی.

کنترل کیفی در عیوب قطعات ریختگی:

– انواع عیوب در ساختار و قطعات ریختگی، عیوب با منشاء مذاب، عیوب با منشاء مواد قالبگیری، عیوب با منشاء انجماد، عیوب با منشاء سردشدن پس از انجماد، آشنایی باکد گذاری عیوب ریختگی طبق استاندارد انجمن ریخته گران آمریکاAFS

۴. مرجع‌های درس

1-:Richard W.; Carl R. Loper, Philip C. Rosenthal Heine ," Principles of Metal Casting and Practice, 2003, 2nd ed. McGraw-Hill
2- R.W. Ruddle., K. Strauss "The solidification of casting", Applied science in the casting of metals, 1970.
۳–مراد سلیمی، اصول پیشرفته طراحی مدل‌ها و قالب‌های ریخته‌گری، ۱۳۹۲، انتشارات جامعه ریخته‌گران
۴– مواد قالبگیری برای ریخته گری فلزات، محمد حسین فتحی، ۱۳۷۹، انتشارات صنعتی اصفهان
5-ASM Handbook Vol: 15, Castings. ASM:Casting Design and Performance, ASM International, 2008
۶– باغانی، بهمنی، میرباقری و دوامی "شبیه سازی در فرایندهای ریخته گری"– تصنیف ۱۳۹۶، ، انتشارات امیرکبیر تهران

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: این درس به عنوان بخشی از فرایندهای ساخت قطعات مهندسی، به معرفی روش‌ها و فن‌آوری صنعتی ریخته‌گری شمش‌ها و قطعات ریختگی می پردازد و با نگاه طراحی مهارت و نگرش مهندسی و تولید قطعه به دانشجویان می دهد.

۱. عنوان فارسی درس: **جوشکاری و اتصال مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Welding and Joining of Materials**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): متالورژی فیزیکی ۱

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با روش‌های اتصال مواد (مکانیکی، متالورژیکی و شیمیایی)

۲- آشنایی با مبانی فرایندهای متالورژیکی (ذوبی، حالت جامد و لحیم‌کاری)

۳- آشنایی با متالورژی جوشکاری ذوبی و انواع روش‌های اتصال سرامیک‌ها و پلیمرها

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه

- تاریخچه اتصال
- اهمیت اتصال

روش‌های اتصال مواد

- اتصالات مکانیکی (پیچ، پین، پرچ، پانچ و غیره)
- پیوند چسبی (اجزای تشکیل‌دهنده‌ی چسب، انواع چسب‌ها، مراحل اعمال و کاربردها)
- جوشکاری (تعریف، سیر تکاملی، طبقه بندی کردن فرآیندهای جوشکاری و مبانی آن)
- مقایسه (مزایا و معایب) سه روش

فرایندهای جوشکاری ذوبی

- مبانی (انواع الکترود، اصول حفاظت در جوشکاری، شدت تمرکز منبع یا چگالی انرژی)
- فرایندهای جوشکاری گاز سوختی-اکسیژن (شعله‌ای)
- فرایندهای جوشکاری قوسی (تعریف قوس، SMAW، GMAW، FCAW، SAW، GTAW)
- فرایندهای جوشکاری مقاومتی (RSW، RSEW)

فرایندهای جوشکاری حالت جامد (FRW، DFW، CW، USW)

لحیم‌کاری سخت و نرم

مبانی متالورژی جوشکاری

- انتقال حرارت و سیکل‌های حرارتی
- مناطق ریزساختاری جوش
- انجماد در حوضچه‌ی جوش
- تبلورمجدد، رشد دانه، رسوب‌دهی، رشد رسوب در منطقه‌ی متاثر از حرارت
- عیوب جوشکاری (ترک، حفره، آخال، عدم ذوب و نفوذ، شکل نامناسب) و نحوه رفع آن‌ها

متالورژی جوشکاری فلزات و آلیاژها

- آشنایی با انواع فولادها
- مشکلات و راه‌حل‌های جوشکاری فولاد
- معرفی آلیاژهای آلومینیم
- متالورژی جوشکاری آلومینیم و آلیاژهای آن و راه‌حل آنها

اتصال مواد غیرفلزی

- اتصال سرامیک‌ها و شیشه‌ها (انواع روش‌های مکانیکی، چسب، لحیم‌کاری و جوشکاری و مقایسه‌ی آنها با یکدیگر)
- اتصال پلیمرها (روش‌های عمومی، اتصال ترموست‌ها و ترموپلاستیک‌ها)

۴. مرجع‌های درس

1- Weman K., Welding Process Handbook, Abington, 2003.
2- Messler R. W., Principles of Welding, Wiley-VCH, 2004.
3- ASM, Metals Handbook, Vol. 6, 1993
4- AWS, Welding Handbook, Vol. 2 and 4, 1991
5- Lancaster J. F., Metallurgy of Welding, 6th Ed., Abington, 1999.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

۱. عنوان فارسی درس: **طراحی و انتخاب مواد مهندسی**

عنوان انگلیسی درس: **Design and Selection of Engineering Materials**

دسته‌بندی: تخصصی نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

(۱) آشنایی با انواع مواد مهندسی و بدست آوردن خواص آنها از منابع استاندارد
(۲) آشنایی با نامگذاری استاندارد مواد و نمودارهای انتخاب مواد و مهارت محاسبات انتخاب مواد مهندسی
(۳) ایجاد نگرش و درک طراحی مواد برای ساخت قطعات مهندسی بر اساس مفهیم استاندارد.

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☒ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

دسته بندی و خواص مواد مهندسی

–گروه های مختلف مواد مهندسی، خواص فیزیکی،مکانیکی، شیمایی، حرارتی، الکترونی و اپتیکی

–چگونگی استخراج خواص مواد مهندسی از مراجع، منابع استاندارد و سایت های معتبر.

طراحی در انتحاب مواد مهندسی

–تعریف قطعه مهندسی و مفاهیم آن، تعریف طراحی و مفاهیم آن، چگونگی طراحی یک قطعه مهندسی، روش های طراحی در مهندسی، چرخه شناسایی، طراحی مفهومی، طراحی دقیق، مراحل طراحی.روش های مهندسی مستقیم و معکوس در طراحی و انتخاب مواد،

–طراحی به کمک هرم علم ومهندسی مواد(فرایند های ساخت، مواد، ساختار ، خواص وکارآیی)

–شناسایی محدودیت ها و الزامات در طراحی و ساخت به منظور انتخاب مواد مهندسی همراه بامثال ها و کاربردها و نرم افزارهای انتخاب مواد

روش های انتخاب مواد مهندسی

– شناسایی خواص مواد و تعیین اندیس مواد بر اساس کاربرد قطعات مهندسی
– آشنایی با نمودارهای انتخاب مواد، اندیس مواد، قیمت بدون بعد مواد ، طرز کار با نمودارهای انتخاب مواد و بهینه سازی انتخاب ها بر اساس الزامات و محدودیت ها.
– معرفی و آموزش استفاده از نرم افزارهای انتخاب مواد، مثال ها و کاربردهای صنعتی.

۴–آشنایی با گروه های مختلف فلزات و کاربردهای مهندسی آنها

– **فلزات آهنی:** یادآوری نمودار آهن–کربن، تعاریف، تقسیم بندی و کاربردها

–**فولادها:** فولادهای غیر آلیاژی و آلیاژی، طریقِ نامگذاری استاندارد فولادها (DIN, ASTM,AISI,…)، خواص ومحدوده کاربرد انواع فولادها به کمک استانداردها و نرم افزارهای مربوطه. محدودیت ها و الزامات در انتخاب فولادها

–**چدن ها:** شناسایی و تقسیم بندی چدن های غیر آلیاژی و آلیاژی، نامگذرای استاندارد چدن ها، خواص و محدوده کاربردهای مهندسی چدن ها به کمک استاندارد و نرم افزارها. محدودیت ها و الزامات در انتخاب چدن ها.

–**فلزات غیرآهنی:** فلزات سبک (منیزیم، الومینیم و غیره) و سنگین (مس، قلع، سرب، نیکل، طلا و غیره) ،نامگذرای استاندارد آنها، خواص و کاربردهای مهندسی آنها، محدودیت ها و الزامات در انتخاب فلزات غیر آهنی

آشنایی با گروه های غیر فلزات و کاربردهای مهندسی آنها

–**سرامیک ها:** انواع سرامیک ها (اکسیدی، نیتریدی، سیلیسیدی)، نامگذاری استاندارد، خواص و کاربردهای مهندسی، محدودیت ها و الزامات در انتخاب سرامیک ها.

– **پلیمرها:** تقسیم بندی پلیمرها (ترموست، ترموپلاست، الاستومرها)، نامگذاری استاندارد، خواص و کاربردهای مهندسی، محدودیت ها و الزامات در انتخاب پلیمرها.

– **مواد هیبریدی:** چوب، کامپوزیت های (MMC, PMC, CMC) و سرمت ها، نامگذاری استاندارد، خواص و کاربردهای مهندسی، محدودیت ها و الزامات در انتخاب مواد هیبریدی

آشنایی با مواد مهندسی پیشرفته

–**مواد الکترونی:** معرفی، انواع، خواص وکاربردها

–**الکتروسرامیک ها:** معرفی، انواع، خواص وکاربردها

– **مواد نو ظهور:** (Future materials) معرفی، انواع، خواص وکاربردها

۴. مرجع‌های درس

1-M.F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, 4th ed., 2011
2- Mahmoud M. Farag, Materials and Process Selection for Engineering Design, 3rd Edition - CRC Press Book, 2013
3- Myer Kutz, Handbook of Materials Selection, John Wiley & Sons, 2002

سایر مراجع

4-Askeland, The Science and Engineering of Materials, 6th ed, 2006
5- Bruce P. Bardes, Metals Handbook, Vol. 1: Properties and Selection- Irons and Steels, 9th Edition, 2003
6- ASM Handbook Volume 2: Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, 10th Edition,2008
7-Budinski, Engineering Materials, Properties and Selection, 8th ed., Prentice Hall, 2005

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **بازیافت مواد فلزی**

عنوان انگلیسی درس: **Recycling of Metallic Materials**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول تولید فلزات (۱)

تعداد واحد: **۲** | تعداد ساعت: ۳۲ | آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☒ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با تکنولوژی‌ها و انواع منابع ثانویه فلزی به منظور بازیافت و تصفیه

۲ـ آشنایی با اهمیت و جایگاه بازیافت فلزات در زنجیره تولید فلزات و تولید پایدار

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه:

– جایگاه بازیافت مواد فلزی در زنجیره تولید، حفظ محیط زیست و مصرف انرژی، مدیریت پسماند (کاهش ضایعات، استفاده مجدد، بازیافت مواد، بازیابی انرژی، دفن)، طبقه بندی انواع ضایعات

تولید پایدار مواد

– آنالیز چرخه عمر، محاسبه راندمان بازیافت فلزات در انتهای چرخه عمر

انواع منابع ثانویه در بازیافت مواد:

– قراضه، زباله شهری، باطله صنعتی، سرباره، براده، غبار، لجن، پس‌آب، فیلتر کیک، خاکستر، فراورده‌ای میانی

تئوری و تکنولوژی فرایندهای فیزیکی جدایش/بازیافت

– اندازه ذرات، سرعت حرکت ذرات در سیال، ریولوژی پالپ، نمونه برداری، رهاسازی، آماده‌سازی، خردایش و دانه‌بندی، فرایندهای جدایش ثقلی (میز لرزان، جیگ، کلاسیفایر، جدایشگر حلزونی، واسطه سنگین)، جدایش مغناطیسی (جدایشگر مغناطیسی شدت بالا و کم، جدایشگر سیال مغناطیسی)، جدایشگر الکترواستاتیکی (جریان اِدی)، سیستم‌های رنده، شناورسازی با کف Froth flotation

بازیابی فلزات و ترکیبات فلزی:

بازیافت فولاد

– مواد خام، طبقه‌بندی و موجود بودن قراضه، فراوری قراضه، جدایش روی و قلع از فولاد، عناصر tramp در تصفیه، سرباره و غبار در فرایند تصفیه، بازیافت عناصر سوپرآلیاژی از فولاد زنگ نزن

بازیافت مس

– مواد خام (قراضه، سرباره، غبار، مواد قراضه الکترونیک)، فرایندهای ذوب ثانویه، فراوری سرباره، بازیافت مس بردهای الکتریکی و قراضه الکترونیک

بازیافت آلومینیوم

– روش‌های بازیافت، مواد خام (قراضه، محصولات فرعی)، تفکیک کردن، پوشش‌زدایی، بازیابی از تراشه‌ها، ذوب و تصفیه ثانویه

بازیافت سرب

– مواد خام (قراضه، باطله و محصولات فرعی)، تکنیک‌های تفکیک و جدایش، شکستن باتری و بازیافت خمیر باتری، فرایندهای ذوب و تصفیه باتری

بازیافت نیکل و کبالت

– بازیابی از قراضه سوپرآلیاژ، بازیابی از کاتالیست‌های فرسوده

بازیافت روی

– تولید اکسید روی از کف‌باره (dross)، بازیابی روی از غبار کوره قوس تولید فولاد، بازیافت روی از غبارهای صنعت مس

بازیافت فلزات گران‌بها و نادر خاکی

۴. مرجع‌های درس

1- Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Waste, S.R. Rao, Elsevier, 2006
2- Handbook of Recycling State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists, Ernst Worrell; M A Reuter, Elsevier, 2014

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ کار کلاس ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۶. عنوان فارسی درس: **کارگاه محاسبات مهندسی**

عنوان انگلیسی درس: **Engineering Calculations Workshop**

دسته‌بندی: تخصصی	نوع: عملی	پیش‌نیاز (هم‌نیاز): برنامه‌نویسی کامپیوتر
تعداد واحد: **۱**	تعداد ساعت: ۴۸	آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۷. هدف‌های درس

۱- کسب تجربه و مهارت در پردازش داده‌های مهندسی مواد با برگ گسترده spread sheet
۲- کسب تجربه و مهارت در پردازش داده‌ها و برنامه‌نویسی با متلب
۳- آشنایی و تجربه اولیه با نرم‌افزارهای طراحی مهندسی CAD و تحلیل مهندسی CAE

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۸. خلاصه درس

در این کارگاه، دانشجویان مهارت پردازش داده‌های مهندسی با نرم افزار متلب و برگ گسترده را پیدا می‌کنند و با تمرین و تجربه مثال‌هایی از مسایل مهندسی مواد و متالورژی، نگرش حل مساله به کمک محاسبات در ذهن آنها شکل می‌گیرد. مطالب کارگاه شامل موارد زیر است: آنالیز داده‌های آزمایشگاهی با برگ گسترده، آشنایی با متلب، رسم نمودار، برازش منحنی، پردازش تصویر، حل معادلات با برگ‌گسترده، طراحی به کمک کامپیوتر، تحلیل مهندسی به کمک کامپیوتر، محاسبات ترمودینامیکی به کمک کامپیوتر، طراحی آزمایش

۹. محتوای درس

مفاهیم اولیه:

– پردازش داده چیست؟ برگ گسترده چیست؟ پیش‌پردازش، پردازش و پس‌پردازش چیست؟

پردازش داده‌ها با برگ گسترده:

– خواندن فایل داده در برگ گسترده اکسل، تمرین کار با داده‌های آزمون کشش، تمرین محاسبه تنش ـ کرنش حقیقی

آشنایی با متلب (MATLAB):

– کارگاه خودآموز مقدماتی آکادمی متلب، آشنایی با کاربرد متلب در مسایل مهندسی، برنامه نویسی با متلب، تمرین الگوریتم محاسبه تنش تسلیم از روی اندازه دانه، آشنایی با جعبه‌ابزار متلب

پس‌پردازش (رسم نمودار):

– تمرین رسم نمودار تنش ـ کرنش مهندسی، رسم‌نمودار لگاریتمی، ثبت برداری و گرافیکی نمودار، رسم نمودار با متلب، آشنایی با نرم‌افزارهای پس‌پردازش، آشنایی با انواع نمودار مهندسی، نمودار پراکندگی x-y، نمودار ستونی، نقشه تراز (کانتور)، نقشه بردار (وکتور)

برازش منحنی:

– تمرین برازش منحنی در داده‌های آزمون کشش، محاسبه خواص مواد به کمک معادله منحنی، تمرین محاسبه خواص مکانیکی نمونه کشش، تمرین پیش‌بینی عمر خزش با برازش منحنی

پردازش تصویر:

– اصول گرافیک دیجیتالی، فرمت‌های تصویری، هیستوگرام، تصاویر برداری و نقشه‌بینی، تبدیل نمودار به تصویر، تبدیل تصویر به داده، گرافیک مهندسی، آماده‌سازی نمودار برای گزارش علمی، تمرین متالوگرافی کمی و محاسبه کسر فاز ثانویه، تمرین محاسبه اندازه دانه، آشنایی با نرم‌افزارهای پردازش تصویر متالوگرافی و ساختار مواد

حل معادلات به کمک برگ گسترده:

تمرین حل معادله جبری، انتگرال‌گیری عددی: تمرین محاسبه چقرمگی (سطح زیر منحنی تنش ـ کرنش)، تمرین ماتریس تصمیم‌گیری (مثال انتخاب مواد)، تمرین حل دستگاه معادلات خطی (مثال موازنه جرم بار کوره)، تمرین برنامه‌ریزی خطی و بهینه‌سازی (مثال بهینه‌سازی بار کوره برای کمترین قیمت، مثال انتخاب مواد)
طراحی به کمک کامپیوتر (CAD): آشنایی با نرم‌افزارهای طراحی و مدل‌سازی هندسی، تمرین رسم قطعه فلنج، تهیه نقشه فنی قطعه

تحلیل مهندسی به کمک کامپیوتر (CAE):

آشنایی با نرم‌افزارهای تحلیل مهندسی و کاربرد آنها، تحلیل مکانیکی (مثال تمرکز تنش در ورق حفره‌دار)، تحلیل گرمایی (مثال انتقال گرما در قالب ریخته‌گری)، تحلیل جریان (مثال شبیه‌سازی جریان در کانال انتقال مذاب)، تحلیل مولتی‌فیزیک، آشنایی با نرم‌افزارهای شبیه‌سازی ریخته‌گری، مراحل تحلیل مهندسی (مدل‌سازی هندسی، مش‌بندی، بارگذاری، پردازش و پس‌پردازش)

محاسبات ترمودینامیکی:

آشنایی با ThermoCalc و نرم‌افزارهای ترمودینامیکی، مثال رسم نمودار فازی، محاسبه فازهای آلیاژ، مثال محاسبه خواص ترمودینامیکی

طراحی آزمایش (DOE):

تمرین مثال طراحی آزمایش با مینی‌تب
کدام نرم‌افزار را یاد بگیرم؟ مرور نرم‌افزارهای مهندسی، الزامات مهارتی یک مهندس در موقعیت شغلی چیست؟

۱۰. مرجع‌های درس

1- Larsen, Engineering with Excel, 4th ed., Pearson, 2012
2- MatLab Academy, https://matlabacademy.mathworks.com/
3- Getting Start with MatLab, Math works, 1998

۱۱. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۱۲. توضیح/پیوست:

– در این کارگاه، دانشجویان مهارت پردازش داده‌های مهندسی با نرم افزار متلب و برگ گسترده را پیدا می‌کنند و با تمرین و تجربه مثال‌هایی از مسایل مهندسی مواد و متالورژی، نگرش حل مساله به کمک محاسبات در ذهن آنها شکل می‌گیرد. جلسات کلاس در سایت کامپیوتر برگزار شود.

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه روش‌های شناسایی و آنالیز مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Characterization and Analysis Techniques Laboratory**

دسته‌بندی: تخصصی | نوع: عملی | پیش‌نیاز: روش‌های شناسایی و آنالیز مواد

تعداد واحد: **۱** | تعداد ساعت: ۲۴ | آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با تکنیک‌ها و دستگاه‌های اصلی و مهم مشخصه‌یابی فیزیکی و شیمیایی مواد در مهندسی مواد و متالورژی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس:

آشنایی باآمقررات ایمنی، گزارش‌نویسی و یادداشت‌برداری

جرم‌سنجی، حجم‌سنجی، چگالی‌سنجی

- معرفی ترازوها و شیشه‌آلات حجم‌سنجی، محاسبات مربوط به کار با مواد محلول/مایع (دانسیته و خلوص)، محاسبات مربوط به کار با مواد جامد (جرم مولی ترکیب و خلوص)، روش ارشمیدس، پیکنومتر

- اندازه ذرات جامد

- آنالیز سرندی؛ مبانی و اصول، توزیع اندازه ذرات (نمودارهای تجمعی)، تخمین d_{80}
- تیتراسیون برای غلظت سنجی کاتیون‌های فلزی و آنیون‌ها (سولفات، سولفید، کلرید، نیترات)، معرفی تیترانت‌ها، معرف‌ها، مبانی و واکنش‌های کمپلکس‌سازی
- تکنیک اسپکتروفوتومتری برای غلظت سنجی کاتیون‌های فلزی و آنیون‌ها
- مبانی (قانون‌بی‌یر–لمبرت)، تهیه محلول‌های کالیبراسیون، به دست آوردن منحنی کالیبراسیون، تخمین غلظت نمونه مجهول

طیف سنجی جذب اتمی

- اصول و مبانی، محلول‌های استاندارد، بغلظت سنجی محلول‌های ۲ جزئی/۳ جزئی کاتیون‌های فلزی و آنیون‌ها، تخمین غلظت نمونه مجهول

آنالیز تر

- (انحلال نمونه جامد در تیزاب سلطانی) و استفاده از تکنیک طیف سنجی جذب اتمی برای تعیین درصد وزنی عناصر نمونه

پرتو ایکس (آنالیز عنصری و فازی)

- نمونه مجهول؛ نرم‌افزار Xpert؛ کار با کارتهای استاندارد؛ شناسایی فازها؛ تعیین اندازه دانه؛ تعیین پارامتر شبکه

میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM و میکروآنالیز

- آماده‌سازی، مورفولوژی ذرات، توزیع عنصری؛ تخمین اندازه ذرات و هیستوگرام؛ نرم‌افزار ImageJ
- آنالیزهای حرارتی
- ابزار و تجهیزات و اصول دستگاهی، اطلاعات قابل استخراج از منحنی‌ها

آنالیز سطح

- روش BET؛ چگالی‌سنجی، تخلخل (BET)

۴. مرجع‌های درس

1- John Kenke, Analytical Chemistry for Technicians, 4th ed., CRC Press, 2014
2- B. D.Cullity, S. R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, 3rdEd., Pearson Education International, 2001.
3- P. J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland, Electron Microscopy and Analysis, Taylor and Francis, 2001.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه خوردگی و پوشش**

عنوان انگلیسی درس: **Corrosion and Coating Laboratory**

دسته‌بندی: تخصصی　　نوع: عملی　　پیش‌نیاز (هم‌نیاز): الکتروشیمی و خوردگی

تعداد واحد: **۱**　　تعداد ساعت: ۳۲　　آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ کسب مهارت در تعیین سرعت خوردگی یکنواخت

۲ـ کسب مهارت در ارزیابی خوردگی حفره‌ای

۳ـ شناسایی پارامترهای مهندسی برای ایجاد پوشش‌های فلزی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

آزمایش اول) نمونه سازی:

– اسید شوئی، چربی زدائی و خشک کردن و پرداخت جهت پوشش دهی

آزمایش دوم) آزمون غوطه‌وری:

– اندازه‌گیری سرعت خوردگی به روش کاهش وزن و آزمایش پاشش مه نمکی

آزمایش سوم) پتانسیومتری :

– آشنایی با الکترودهای مرجع، اندازه‌گیری پتانسیل خوردگی و سری‌های گالوانیک

آزمایش چهارم) آزمون پلاریزاسیون پتانسیودینامیک

– انجام آزمون سه الکترودی و برون‌یابی خطی تافل

آزمایش پنجم) خوردگی حفره‌دار شدن و/یا شیاری

– انتقال از حالت فعال به روئین و سپس حفره‌دار شدن و آزمایش حفره‌دار شدن شیمیایی فلزات

آزمایش ششم) آبکاری فلزات

– آبکاری نیکل از حمام وات، آبکاری کروم تزئینی و آبکاری مس یا طلا

آزمایش هفتم) پوشش‌های تبدیلی

– فسفاته کاری آهن و آندایز آلومینیوم

آزمایش هشتم) اثر بازدارنده (ممانعت کننده) های خوردگی

– تیواوره (جذبی) و کروماتها (پایدار کننده لایه پسیو)

آزمایش نهم) گالوانیزه گرم و ارزیابی آن

آزمایش دهم) حفاظت کاتدی

آزمایش یازدهم) حفاظت آندی

آزمایش دوازدهم) اکسیداسیون دمای بالا

۴. مرجع‌های درس

1- Corrosion Engineering, 4th chapter: Corrosion Testing, 3rd edition, by M.G. Fontana, McGraw-Hill, 1987
2- Fundamentals of Electrochemical Corrosion, chapter 4, 5 , 6, by E.E. Stansbury, R.A. Buchanan, ASM Int., 2000
۳– پوشش دادن فلزات (جلد اول)، چاپ سوم، تالیف م. قربانی، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۱
۴– آزمون‌های آزمایشگاهی خوردگی و حفاظت، تالیف م.ع. گلعذار، نشر ارکان اصفهان، ۱۳۸۰

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☐ نوشتاری ☒ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

دروس بسته اختیاری تولید وسنتز

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **اصول تولید فلزات ۲**

عنوان انگلیسی درس: **Principles of Metal Production II**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول تولید فلزات (۱)

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با اصول موازنه ماده و انرژی و کاربرد آن در تولید فلزات

۲- آشنایی با مبانی طراحی راکتورهای استخراج و استحصال فلزات

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

۱- مقدمه:

– مقدمه‌ای بر جایگاه موازنه ماده و انرژی، و طراحی راکتور در صنایع تولید فلزات، طراحی از دیدگاه انتقال جرم، انرژی و سرعت واکنش‌ها، طراحی از دیدگاه انتخاب مواد برای کارکردهای مکانیکی، مقاومت به خوردگی و ...

۲- موازنه ماده:

– اصول موازنه جرم در سیستم های غیرواکنشی، سیستم‌های ساده، پشت سرهم، بازگشتی و بای‌پس، مثال از سیستم‌های پرعیارسازی، تصفیه فلزات، و رسوب‌دهی

– مفاهیم استوکیومتری: مقدار پیش‌رفت واکنش، کسر واکنش، بازیابی، راندمان

– موانه جرم در سیستم های واکنشی، گونه‌ها و واکنش‌های مستقل و غیر مستقل، حل دستگاه معادلات مستقل، مثال از واکنش‌های احتراق، احیای ترکیبات فلزی، واکنش‌های آبی،

۳- موازنه انرژی:

– کاربرد قانون اول ترمودینامیک در موازنه انرژی، موازنه هم زمان ماده و انرژی

– موازنه انرژی در سیستم های غیر واکنشگر، بازیابی و راندمان مصرف انرژی

– موازنه انرژی در سیستم های واکنشی، قیدهای حرارتی در موازنه مواد، موازنه سیستم‌های غیر کوپل، واکنش‌های احتراق، فرایندهای آدیاباتیک، سیستم‌های آبی و الکترولیز

۴- مباحث آماری مورد استفاده در اندازه‌گیری و نمونه برداری:

– مفاهیم پایه آماری و ابزارهای توصیفی، توزیع متغیرهای اتفاقی، کاربرد پایه آمار استنباطی در اندازه‌گیری و طراحی آزمایش

۵- مقدمه‌ای بر طراحی راکتور:

– راکتورهای تک باره‌ای، راکتورهای جریان مخلوط، راکتورهای جریان پیستونی، محاسبه ابعاد راکتور بر اساس زمان لازم ماند، طراحی راکتور برای تک واکنش، مقایسه ابعاد، سیستم‌های با چند راکتور، طراحی راکتورهای موازی، راکتور بازگشتی، سرعت تولید

۶- طراحی راکتورهای مخلوط سیال-سیال:

– انتخاب نوع تماس دهنده‌ها، سیستم تماسی جریان پیستونی جریان متقابل، سیستم-های تماسی در راکتور جریان مخلوط، مثال از سیستم میکسر و ستلر در فرایند استخراج حلالی

۷- طراحی راکتورهای مخلوط سیال-ذره:

– راکتور جریان پیستونی جامد/ ترکیب گاز یکنواخت، جریان اختلاطی ذرات/ترکیب گاز یکنواخت، محاسبه ابعاد راکتور بستر سیال، مثال از راکتورهای احیا، تشویه و لیچینگ در فرایندهای متالورژیکی

۴. مرجع‌های درس

1- Arthur E. Morris, Gordon Geiger, H. Alan Fine, Handbook on Material and Energy Balance Calculations in Material Processing, Third Edition, The Minerals, Metals & Materials Society, Wiley, 2011

2- Octave Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 3rd Edition, Wiley, 1999

3- H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering (4th Edition), Prentice Hall PTR, 2016

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح /پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **تولید فلزات غیرآهنی**

عنوان انگلیسی درس: **Non-Ferrous Metal Production**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول تولید فلزات (۱)

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ فرآیند و تکنولوژی تولید فلزات مس، آلومینیم، سرب و روی به روش‌های پیرو و هیدرومتالورژیکی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

فرایندهای تولید مس:

– خواص و کاربردهای مس، کانه‌های مس، روش‌های پرعیارسازی کانه‌ها، نمودار جریان (flow diagram) تولید مس، فرایندهای حرارتی، ذوب مات و کوره‌های مربوطه، تبدیل مات به مس بلیستر، تصفیه حرارتی مس، آندریزی، تصفیه الکترولیزی، مواد فرعی و فرایندهای مربوطه، روش‌های هیدرومتالورژیکی، انحلال، سمنتاسیون، استخراج حلالی، بازیابی الکترولیزی (الکتروونینگ)، مسائل ترمودینامیکی، سینتیکی، موازنه جرم و انرژی و طراحی مربوط به فرایندها

فرایندهای تولید آلومینیم:

– خواص و کاربردهای آلومینیم، کانه‌های آلومینیم، نمودار جریان تولید آلومینیم، تولید آلومینا از بوکسیت به روش بایر، تولید آلومینیم به روش الکترولیز نمک مذاب هال–هرولت، روش‌های دیگر استخراج آلومینیم، مسائل ترمودینامیکی، سینتیکی، موازنه و طراحی

فرایندهای تولید سرب:

– خواص و کاربردهای سرب، انواع کانه‌های سرب، نمودار جریان تولید سرب، روش تشویه و احیا، روش تشویه و فعل و انفعال، تصفیه حرارتی سرب، محصولات جنبی، فرایندهای جایگزین، مسائل ترمودینامیکی، سینتیکی، موازنه و طراحی

فرایندهای تولید روی:

– خواص و کاربردهای روی، انواع کانه‌های روی، نمودار جریان تولید روی، روش‌های حرارتی، روش‌های هیدرومتالورژی، انحلال، تصفیه محلول، بازیابی الکترولیزی (الکتروونینگ)، محصولات جنبی، مسائل ترمودینامیکی، سینتیکی، موازنه و طراحی

۴. مرجع‌های درس

1- Handbook of Extractive Metallurgy, vol. 2, F. Habashy, Wiley VCH, 1997
2- Extractive Metallurgy of Copper, 4rd Ed. W.G. Davenport et.al., Elsevier Ltd, 2002
3- Treatise on Process Metallurgy. vol. 3 - Industrial Processes, S. Seetharaman, Elsevier Ltd, 2014
4- Principles of Extractive Metallurgy, A. Ghosh & H. S. Ray, New Age International Limited, 1984

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **تولید آهن و فولاد**

عنوان انگلیسی درس: **Iron and Steel Making**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول تولید فلزات (۱)

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☒ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با روش‌های تولید آهن خام، چدن، آهن اسفنجی، فولاد سازی و فولادهای آلیاژی

۲ـ آشنایی با اصول ترموشیمی و سینتیکی تولید آهن و فولاد

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

– تاریخچه و مقدمه ای بر تولید آهن و فولادسازی، فلودیاگرام تولید آهن و فولاد

آماده سازی بار:

– روش‌های پرعیارسازی، و فرایندهای آگلومراسیون

کوره بلند تولید آهن:

– ساختمان فیزیکی، مواد اولیه، و واکنش‌ها، موازنه جرم

مروری بر ترمودینامیک و سینتیک احیای سنگ آهن:

– دیاگرام تعادلی آهن–اکسیژن و آهن–کربن، تعادل در سیستم کربن–اکسیژن، کربن–اکسیژن– آهن، و آهن هیدروژن–اکسیژن

احیای مستقیم آهن:

– روش‌های HYL3، Midrex و روش‌های جدید

مقدمه‌ای بر فولادسازی

– شیمی–فیزیک واکنش‌های تصفیه آهن(کربن زدائی، گوگرد زدائی، فسفر زدائی، منگنز زدائی، سیلیسیم زدائی)

فنآوری فولاد سازی

– فولادسازی اکسیژنی (BOP)

– فولادسازی در کوره قوس الکتریکی و کوره القائی

– متالورژی پاتیلی و تصفیه نهایی، آلیاژسازی، کنترل آخال‌ها، ساخت فولاد زنگ نزن

آشنایی با بازار آهن و فولاد در ایران و جهان

۴. مرجع‌های درس

1. A. Ghosh, Iron and Steel Making, Theory and Practice, 2010

۲– تولید آهن – علی سعیدی، نادر ستوده، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۵

سایر مراجع:

3. Y.K. Rao, Stoichiometry and Thermodynamics of Metallurgical Processes, 1985
4. E.T. Turkdogan Fundamentals of steelmaking, The institute of Materials, 2010
5. Alain Vinges, Extractive Metallurgy Vol. 1-3 1, John Wiley & Sons, 2011

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **توسعه پایدار در تولید فلزات**

عنوان انگلیسی درس: **Sustainable Development in Metals Production**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ شناخت ارتباط بین مواد و انرژی و مفهوم توسعه پایدار ☒ شناختی (آشنایی)

۲ـ درک ماهیت چند وجهی و بین رشته‌ای چالش‌های پیش رو در توسعه پایدار و اهمیت داشتن ارتباط و تعامل تولید فلزات با سایر حوزه‌های مهندسی ☐ مهارتی (تمرینی) ☐ نگرشی (درک عمیق)

۳- کسب مهارت‌های اولیه در آنالیز چرخه عمر مواد در صنایع تولید فلزات

۳. محتوای درس

مقدمه‌ای بر مواد و انرژی و مفهوم توسعه پایدار:

- تاریخچه‌ای از توسعه پایدار؛ بحران مواد و انرژی؛ تاثیر متقابل منابع، مصارف و جمعیت

مواد و چرخه مواد:

- منابع طبیعی و طبقه بندی مواد، آنالیز چرخه مواد، قابلیت بازیافت مواد، سنجش چرخه مواد (موازنه‌های انرژی و ماده، تحلیل جریان مواد) مدیریت پسماندها؛ کنترل آلاینده‌ها، سوزاندن آلاینده‌ها و پسماندها، دفن آلاینده‌ها و پسماندها، آلایندگی صفر و اصل هفت آر (7 Rs rule) [کاهش، استفاده مجدد، بازیافت، بازیابی، چاره‌اندیشی مجدد، نوسازی مجدد، مقررات]؛ آنالیز چرخه زندگی و تعمیم مسئولیت تولیدکنندگان، مفهوم از گهواره تا گهواره (Cradle-to-cradle Concept)

توسعه پایدار:

- تعریف و تشریح پایداری (sustainability)؛ تعریف و تشریح توسعه پایدار (sustainable development)؛ واژه‌ها و لغات مصطلح

شناسایی مراحل دستیابی به توسعه پایدار:

- مواجهه با سیستم‌های پیچیده؛ رویکرد مرحله به مرحله در دستیابی به پایداری؛ جمع‌بندی مراحل و ارایه طرح اولیه

ابزار، فوریت‌ها و اولویت‌بندی:

- مشخص کردن هدف‌گذاری اصلی؛ آنالیز شرایط؛ واقعیت یابی؛ جمع‌بندی آگاهانه؛ تامل در مورد طرح‌های جایگزین

ریسک زنجیره تامین مواد:

- بروز محدودیت در منابع مواد و استفاده؛ ریسک تغییر قیمت؛ تک‌قطبی شدن منبع و ریسک‌های ژئوپلیتیکی؛ ریسک تضاد؛ قوانین و مقررات؛ ریسک فراوانی؛ تغییر توقعات در خصوص مسئولیت‌پذیری شرکت؛ ریسک مدیریت

مصرف انرژی در تولید مواد اولیه:

- انرژی مستقیم و غیرمستقیم و انرژی کل مورد نیاز، انرژی مجموع مورد نیاز و پتانسیل گرمایش زمین (پیرومتالورژی در مقابل هیدرومتالورژی) تولید جهانی گازهای گلخانه‌ای، نشانگرهای پایداری انرژی

نقش آب در تولید فلزات:

- منابع آب، محتوی آب درگیر در فلزات، نشانگرهای پایداری آب

مدیریت پسماند در صنایع تولید مواد فلزی:

- مدیریت باطله‌های جامد، مایع و گازی، گزینه‌های محصولات فرسوده (بازیافت، مصرف مجدد، تولید مجدد)، فواید و محدودیت‌های بازیافت، نرخ بازیافت مواد پرمصرف فلزی، مصرف انرژی در بازیافت فلزات، مطالعه موردی صنعت آهن و فولاد؛ مطالعه موردی واحدهای ریخته‌گری آلومینیم

دسترسی و تقاضا برای فلزات و کانی‌ها در آینده:

- نشانگرهای عرضه فلزات در زمان طولانی، منابع باالقوه مواد معدنی، نشانگرهای تقاضای فلزات در زمان طولانی، تکنولوژیها و مواد جایگزین، کاهش مواد مصرفی به ازای کارکرد اقتصادی ثابت (dematerialization)

۴. مرجع‌های درس

1- Materials and Sustainable Development; Michael F. Ashby; 2016 Elsevier; Chapters 1 to 5.
2- William John Rankin, Minerals, Metals and sustainability: meeting future material needs, CSIRO 2011
3- Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-cradle for Sustainable Development; Salah M. El-Haggar; 2007 Elsevier; Chapters: 1, 2 and 10

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

این درس همراه با مطالعه موردی (case study) باید ارایه شود

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **کنترل فرایندها**

عنوان انگلیسی درس: **Process Control**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز : ریاضیات مهندسی

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۱ـ آشنایی با مفاهیم کنترل در فرآیندهای مهندسی مواد از قبیل کوره‌های ذوب و طراحی راکتورهای هیدرومتالورژیکی

۳. محتوای درس

- تشریح اهمیت و نقش کنترل در رابطه با فرایندهای متالورژیکی با ذکر مثال
- روش حل مسایل کنترل با استفاده از تبدیل لاپلاس
- نمایش سیستم با تابع تبدیل و دیاگرام جعبه‌ای
- سیستم‌های خطی مدار باز: جواب سیستم‌های درجه یک
- جواب سیستم‌های درجه یک سری
- سیستم‌های با درجه بالاتر از یک
- سیستم‌های با مدار بسته، سیستم کنترل، پاسخ گذرا، پایداری سیستم‌های کنترل
- ارائه مسائل مختلف با فرایندهای متالورژیکی مانند راکتورهای ذوب، تصفیه، شکل دادن و راکتورهای هیدرومتالورژیکی

۴. مرجع‌های درس

1-Process Systems Analysis and Control, Steven E. Leblanc, Donald R. Coughanowr, McGraw-Hill Higher Education, 2008
2- Process Control: A Practical Approach, Myke King, Wiley, 2010
۳- مبانی کنترل فرآیند در مهندسی شیمی، منوچهر نیک آذر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۵
4- دینامیک و کنترل فرآیندها، مهدی رفیع زاده، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۲

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **سنتز مواد در انرژی‌های نوین**

عنوان انگلیسی درس: **Synthesis for Advanced Energy Materials**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با ابزارهای نوین مبدل و ذخیره‌ساز انرژی و خواص مواد به کار رفته در آن‌ها

۲ـ آشنایی با روش‌های شیمیایی سنتز مواد برای کاربرد در انرژی‌های نوین

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

– مقدمه‌ای بر انرژی‌های نوین و تجدید پذیر

مواد نوین به کار رفته در مبدل‌های انرژی

مروری بر روش‌های سنتز مواد شامل:

– روش‌های شیمیایی و الکتروشیمیایی، پلی‌ال، سل–ژل، روش‌های فیزیکی (کند و پاش، رسوب‌دهی از فاز بخار، لیزر و غیره)، روش‌های حرارتی، پلیمریزاسیون و سنتز مواد کربنی

سلول‌های خورشیدی (فتوولتائیک)

– معرفی انواع سلول‌های خورشیدی (نسل اول تا چهارم)

– مواد به کار رفته در سلول‌های خورشیدی و روش سنتز آن‌ها مانند بلور سیلیکون، لایه نازک (سیلیکون و گالیم–آرسنایید)، مواد حساس به رنگ، کوانتوم دات، مواد پروسکایت و مواد آلی (پلیمری)

باتری‌ها

– مروری بر باتری‌ها و نحوه‌ی عملکرد آن‌ها

– باتری‌های لیتیومی

– باتری‌های با کاربرد خاص مانند باتری نقره–اکسید، باتری شار وانادیوم، باتری حرارتی و غیره)

– روش‌های سنتز الکترولیت و سپراتور

– روش‌های سنتز مواد الکترود و الکتروکاتالیست‌ها

ابرخازن‌ها

– معرفی ابرخازن

– انواع مواد دی الکتریک

– مواد بکار رفته در الکترودهای ابرخازن

پیل‌های سوختی

– معرفی انواع پیل سوختی و عملکرد آن‌ها

– مواد به کار رفته و روش‌های سنتز در اجزای پیل سوختی شامل الکترولیت، الکترودها، الکتروکاتالیست‌ها، لایه نفوذ گاز و غیره

ذخیره‌سازهای هیدروژن

– هیدریدهای فلزی و روش‌های سنتز آن‌ها

– جاذب‌های پایه کربنی هیدروژن

روش‌های ارزیابی کیفیت مواد به کار رفته در انرژی‌های نوین

۴. مرجع‌های درس

1- K. Lu, Materials in Energy Conversion, Harvesting, and Storage, John Wiley & Sons, 2014.
2- C. Daniel and J.O. Besenhard, Handbook of Battery Materials, Wiley-VCH Verlag & Co, 2011.
3- D.W. Bruce, D. O'Hare , R.I. Walton, Energy Materials, John Wiley & Sons, 2011.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **فرایندهای زیستی در مهندسی متالورژی**

عنوان انگلیسی درس: **Bioprocessing in Metallurgical Engineering**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی مواد – اصول تولید فلزات ۱

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ آشنایی با نقش و مکانیزم عمل‌کرد میکرواورگانیسم‌ها در فرآیندهای تولید فلزات (با تاکید بر فرآیند لیچینگ) ☒ شناختی (آشنایی)

۲ـ تصفیه و جداسازی یون‌های فلزی از محلول‌های آبی (با تاکید بر فرآیند جذب و واجذب) ☐ مهارتی (تمرینی)

۳ـ و تخریب فلزات (با تاکید بر پدیده خوردگی) ☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

– مقدمه‌ای بر بیوتکنولوژی صنعتی (نقش میکرواورگانیسم‌ها در انحلال ترکیبات معدنی، پدیده خوردگی و پدیده جذب)

– معرفی میکرواورگانیسم‌ها و تاریخچه استفاده صنعتی از میکرواورگانیسم‌ها، طبقه‌بندی میکرواورگانیسم‌ها (باکتری‌ها، قارچ‌ها و جلبک‌ها)

– دسته‌بندی باکتری‌ها (به لحاظ تنفس، به لحاظ منبع انرژی، به لحاظ محدوده دمایی، به لحاظ محدوده pH)

– سینتیک رشد باکتری‌ها و منحنی رشد (روش‌های اندازه‌گیری باکتری، شمارش با میکروسکوپ نوری، توزین، دانسیته نوری، اندازه‌گیری سرعت مصرف سوبسترات یا اکسیژن)

– مراحل مختلف رشد و تقسیم‌بندی منحنی رشد غیرپیوسته (فاز وقفه، فاز شتاب رشد، فاز لگاریتمی، فاز کاهش شتاب رشد، فاز ثبات، فاز مرگ)

– مدل‌سازی رشد باکتری بر اساس unstructured – non-segregated model (مدل سینتیک مونود)

– تاریخچه بیولیچینگ (بیوهیدرومتالورژی، محاسن و معایب)

– نگاهی به شیمی ترکیبات معدنی فلزی (سولفیدها، اکسیدها و کربنات‌ها، حد حلالیت)

– ویژگی‌های دو باکتری اسیدوتیوباسیلوس فرواکسیدان و اسیدوتیوباسیلوس تیواکسیدان

– مکانیزم‌های موثر در انحلال سولفیدهای فلزی (مکانیزم مستقیم، مکانیزم غیرمستقیم، واکنش‌های شیمیایی موثر)

– عوامل مؤثر بر فرآیند بیولیچینگ (اکتیویته باکتری‌ها، تطبیق و خوسازی، pH، میزان اکسیژن محلول)

– روش‌های تطبیق و خوسازی باکتری‌ها (کشت تک‌مرحله‌ای، کشت پی‌درپی)

– خوردگی متاثر از فعالیت‌های زیستی (مفهوم لایه‌های زیستی (Biofilm) و مهم‌ترین میکرواورگانیسم‌های موثر)

– محتمل‌ترین مکانیزم‌ها در ایجاد MIC (مکانیزم نجیب کردن، سل‌های غلظتی، بی‌اثر کردن ممانعت‌کننده‌های خوردگی، ایجاد اجزاء شیمیایی جدید، واکنش‌های بیوشیمیایی درون لایه زیستی)

– باکتری‌هایی احیا کننده یون سولفات (SRB)، باکتری‌های تولید کننده (SOB)، باکتری‌های احیا کننده یون نیترات (NRB)، باکتری‌های که اکسید کننده آهن (FeOB)

– تشخیص MIC (تلفیقی از آنالیزهای شیمیایی و میکروبیولوژیکی)

– عوامل حساسیت‌زا نسبت به MIC (جوشکاری، آب‌های راکد)، روش‌های ممانعت از MIC (کاهش و کنترل جمعیت باکتری‌ها)

– مقدمه‌ای بر جذب فلزات توسط میکرواورگانیسم‌ها، مکانیزم جذب کاتیون‌ها و آنیون‌های فلزی

– تعادل، سینتیک و مدل‌سازی فرآیندهای جذب زیستی (تاثیر pH و استحکام یونی بر ترمودینامیک جذب، کاربرد ایزوترم‌های لانگمویر و فرندلیچ در مدلسازی، بررسی رخداد انتقال توده‌ای، لایه نفوذی، نفوذ درون سلولی و واکنش شیمیایی در برهم‌کنش بین توده زیستی و یون فلز، مدل‌های شیمیایی شبه‌مرتبه اول و شبه‌مرتبه دوم)

۴. مرجع‌های درس

1- Shijie Liu; Bioprocessing Engineering, (Kinetics, Sustainability, and Reactor Design); 2013; Elsevier
2- Abhilash, B. D. Pandey, K. A. Natarajan; Microbiology for Minerals, Metals, Materials and the Environment2017; CRC Press
3- Liengen, R. Basseguy, D. Feron, I. Beech, Understanding Biocorrosion: Fundamentals and Applications; T; Elsevier, 2014
4- Brenda J. Little, Jason S. Lee; Microbiologically Influenced Corrosion; 2007; WILEY; 2007
5- Bohumil Volesky; Biosorption of Heavy Metals; 1990 by CRC Press

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه تولید فلزات**

عنوان انگلیسی درس: **Metals Production Laboratory**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: عملی پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول تولید فلزات (۱)

تعداد واحد: **۱** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی:☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐بازدید ☐کارگاه ☒آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱- آشنایی عملی اولیه با روش‌های تغلیظ و فراوری، پیرومتالورژی، هیدرومتالورژی و الکترومتالورژی مورد استفاده در تولید فلزات و ترکیبات فلزی

☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

۱- آزمایش سنگ شکنی و سرند

۲- تغلیظ کانه اکسیدی به روش میز لرزان

۳-تغلیظ کانه آهنی (هماتیت و مگنتیت) به روش مغناطیسی

۴- تکلیس آهک– بررسی اثر زمان و دما بر کسر پیشرفت واکنش، بررسی مکانیزم واکنش

۵- تشویه سولفید روی – بررسی اثر زمان و دما بر کسر پیشرفت واکنش و نوع محصول – بررسی مکانیزم واکنش

۶- احیا غیر مستقیم آهن (حالت جامد)()– بررسی کسر پیشرفت واکنش، نوع محصول، اثر دما و مقدار کربن بر احیا.

۷- احیا اکسید سرب با کربن. بررسی راندمان احیا و اثر فلاکس

۸- اندازه‌گیری pH (محلول‌های KCl ،NH_3 ،HCl ،H_2SO_4)؛ محاسبه اکتیویته و ضریب اکتیویته پروتون

۹- لیچینگ کانی اکسیدی مس توسط محلول اسید سولفوریک؛ تاثیر زمان، دانسیته پالپ، غلظت اسید؛ مدلسازی سینتیکی فرآیند

۱۰- سمنتاسیون مس توسط آهن؛ تاثیر غلظت محلول مس، تاثیر pH، بررسی تاثیر یون آهن فریک بر راندمان فرآیند

۱۱- استخراج حلالی مس/آهن (نیکل/کبالت)توسط D2EHPA؛ بررسی قابلیت جدایش، به دست آوردن منحنی‌های استخراج و ضریب توزیع، محاسبه عدد استخراج

۱۲- بازیابی الکتریکی فلزات گرانبها

۱۴- تبدیل سولفات استرانسیم به کربنات استرانسیوم با استفاده از روش soda ash

۴. مرجع‌های درس

۱- دفترچه آزمایشگاه اصول استخراج فلزات – دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۸
۲- اصول متالورژی استخراجی – ترکل روزنکویست – ترجمه م. کرمی نژاد، مرکز نشر دانشگاهی ۱۳۸۵

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

دروس بسته اختیاری فرایندهای ساخت

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **مهندسی سطوح و پوشش‌ها**

عنوان انگلیسی درس: **Surface Engineering and Coatings**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): الکتروشیمی و خوردگی

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☒ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ یادگیری علوم مرتبط با پوشش‌دادن مواد و مهندسی سطح

۲ـ آشنایی با فرایندهای عملیات سطح برای بهبود خواص سطح

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

– هزینه‌های ناشی از خوردگی و ارتباط آن با پوشش دادن

– دسته بندی پوشش‌های فلزی، آلی، سرامیکی، تبدیلی و نفوذی

– مروری بر روش‌های متنوع ایجاد پوشش (سنتی و مدرن)

– پوشش دهی الکتروشیمیایی و الکترولس

– حمام‌های آبکاری مس، نیکل، کروم و نقره

– آندایزینگ: حمام‌های مورد استفاده و خواص پوشش

– فسفاته کاری

– کروماته کردن

– رنگ و پوشش‌های آلی، مواد رنگ دانه

– اصول مهندسی سطح شامل مفاهیم سختی سطح، سایش، تریبولوژی و اصطکاک

– عملیات‌های سخت کردن سطح از قبیل کربن دهی، نیتروژن دهی، سخت کاری با شعله، سخت کاری القائی، سخت کاری با لیزر، فرآیندهای اصطکاکی–اغتشاشی

– ساچمه زنی و ماسه پاشی

– روش‌های ایجاد لایه های نازک شامل لایه نشانی فیزیکی و شیمیایی از فاز بخار، روش کند و پاش و روش های مبتنی بر استفاده از لیزر

– پوشش دهی پلاسمائی شامل اکسیداسیون پلاسمائی در حمام‌های مختلف و نیتروژن دهی پلاسمائی

۴. مرجع‌های درس

[۱] محمد قربانی، پوشش دادن فلزات، جلد اول، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، چاپ سوم ۱۳۹۱

[۲] J.R. Davis, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, ASM International, 2001

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ کار کلاس ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **مهندسی پودر**

عنوان انگلیسی درس: **Powder Engineering**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با خواص مواد پودری

۲ـ آشنایی با فرایندهای تهیه پودرهای فلزی و غیر فلزی

۳ـ آشنایی با روش‌های تولید قطعات پودری و استحکام‌بخشی در قطعات متالورژی پودر

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

– تاریخچه، ویژگی‌ها، کاربردها، مزایا و معایب

مشخصه‌یابی و شناسایی پودرها:

– نمونه‌گیری، تعیین اندازه دانه، نمودارهای توزیع اندازه دانه ذرات پودر، روش تعیین سطح ویژه پودر، قابلیت تراکم، جریان‌پذیری پودر، انواع چگالی پودر، آگلومراسیون

روش‌های تولید پودر:

– روش‌های مکانیکی، الکتروشیمیایی، شیمیایی و افشانش

روش‌های اندازه‌گیری اندازه ذرات پودر:

– روش‌های ته‌نشینی، انعکاس نور، جذب نور، میکروسکوپی، مبتنی بر پرتو ایکس، میکروسکوپ الکترونی

روش‌های فشرده‌سازی پودر:

– مبانی فشرده‌سازی، روش‌های فشرده‌سازی پودر در قالب، روان‌سازها، روابط هکل، بالشین، واکر، پنلی و فیلو

تف‌جوشی:

– مبانی نظری، نیروی‌های محرکه برای تف‌جوشی، رشد دانه‌ها، اتمسفرهای تف‌جوشی، کوره‌های تف‌جوشی

روش‌های چگالش کامل:

– عیوب و ویژگی‌ها، تکنیک‌های چگالش کامل، شامل تف‌جوشی فعال‌شده، تف‌جوشی فاز مایع

– عملیات پایانی و عملیات حرارتی قطعات پودری

خواص قطعات پودری:

– مشخصه‌های ریزساختاری، ویژگی حفره‌ها، تخلخل‌های باز و بسته، تراوایی، شیوه‌های آزمون خواص مکانیکی، اثر ریزساختار بر خواص مکانیکی، خواص فیزیکی قطعات پودری شامل رسانایی حرارتی و الکتریکی و خواص مغناطیسی

۴. مرجع‌های درس

۱- علم متالورژی پودر، رندال جرمن، ترجمه مجتبی ناصریان و علی حائریان، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۷

2- Metals handbook, Vol. 7, Powder Metallurgy, ASM International, 2015

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ کار کلاس ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **خواص مکانیکی مواد ۲**

عنوان انگلیسی درس: **Mechanical Properties of Materials II**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): خواص مکانیکی مواد ۱

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ آشنایی با مکانیزم‌های از کارافتادگی، صدمه و شکست مواد با تاکید بر پارامترهای مکانیکی و متالورژیکی و به کمک اصول مکانیک شکست

☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

شکست

– انواع شکست (شکست نرم و ترد)، استحکام تئوری مواد
– اصل تجمع نواقص، تمرکز تنش و فاکتور تمرکز تنش
– تئوری گریفیث (محدودیتها و اصلاحات) ، معیار انرژیتیک شکست، تحلیل سرعت کاهش انرژی
– شرایط تنش صفحه ای و کرنش صفحه ای–
– منطقه پلاستیک نوک ترک و عوامل موثر بر آن–
– جنبه های میکروسکوپی شکست نرم و ترد،
– میکرومکانیزم شکست نرم و ترد
– مکانیزمهای جوانه زنی ترک،انواع مدهای شکست
– شدت تنش و فاکتور شدت تنش، چقرمگی شکست،
– آزمایش چقرمگی شکست و عوامل موثر
– آزمایش ضربه،درجه حرارت تبدیل از نرمی به تردی وعوامل موثر بر آن، تردی های متالورژیکی،
– شکست پلیمرها، شکست سرامیکها

خستگی

– خستگی: انواع تنشهای سیکلی وپارامترهای خستگی
– مشخصه ها و جنبه های ماکروسکوپی خستگی، منحنیS-N
– خستگی تحت تنشهای ثابت، خستگی تحت کرنشهای ثابت
– مشخصه ها و جنبه های میکروسکوپی خستگی
– اصل تجمع صدمات خستگی، بارگذاری راندوم (قانون ماینر)، – مکانیزمهای جوانه زنی و رشد ترک خستگی
– محاسبه سرعت رشد ترک و عمر قطعه در خستگی،
– روشهای افزایش مقاومت به خستگی، اثر پارامترهای متالورژیکی و مکانیکی بر خستگی

خزش:

– مفهوم خزش، منحنی و مراحل خزش، اثر درجه حرارت بر رفتار و خواص مواد ، انواع خزش بر حسب ترکیب درجه حرارت وتنش
– معادلات حاکم در خزش، محاسبه سرعت خزش
– انرژی اکتیواسیون خزش (محاسبه و عوامل موثر بر انرژی اکتیواسیون)
– مکانیزمهای خزش (خزش ناشی از دیفوزیون و خزش ناشی از نابجایی)
– نقش دانه و مرز دانه در خزش، لغزش مرز دانه و مکانیزمهای آن،مهاجرت مرز دانه و مکانیزمهای آن،
– نقش عناصر آلیاژی بر خزش و آلیاژهای مقاوم در برابر خزش،
– اثر رسوب بر خزش (انواع رسوبهای پایدار در برابر حرارت)
– انواع ترکهای خزشی و شکست در اثر خزش،
– روشهای افزایش مقاومت به خزش – طراحی در برابر خزش
– نقشه مکانیزمهای تغییر فرم

رفتار مکانیکی مواد نانوساختار و مواد پیشرفته

۴. مرجع‌های درس

1-R.W. Hertzberg, “Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials”, 4th Ed., Wiley, USA, 1996
2-G.E. Dieter, “Mechanical Metallurgy”, 3rd Ed., McGraw Hill, USA, 1986
3- M. A. Meyers, K. K. Chawla, “Mechanical Behavior of Materials”, Cambridge University Press, 2009

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

۱. عنوان فارسی درس: **بررسی‌های غیر مخرب**

عنوان انگلیسی درس: **Non-Destructive Testing**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): آشنایی با فرآیندهای ساخت

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۲۴ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با اصول، روش ها و فناوری بازرسی و آزمون غیرمخرب مواد و قطعات صنعتی

۲- کسب مهارت اولیه برای انتخاب روش آزمون غیرمخرب قطعات صنعتی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه ای بر لزوم و اهمیت آزمون های غیر مخرب:

– تعریف، علل گسترش، لزوم، تفاوت با آزمون های مخرب، تعریف ناپیوستگی

آزمون چشمی:

– تعریف، انواع، تجهیزات کمکی، انواع بورسکوپ، کاربردها

آزمون نشتی:

– تعریف، انواع، روش غوطه وری، روش استفاده از کف صابون، روش‌های صوتی، روش اندازه گیری فشار با استفاده از گیج و بررسی افت فشار، روش استفاده از مایع نافذ

آزمون مایع نافذ:

– تعریف، انواع آشکارساز، مراحل انجام، کاربرد، مزایا، محدودیت ها

آزمون ذره مغناطیسی:

– تعریف، مکانیزم، انواع ذرات مغناطیسی، مزایا، محدودیت ها، کاربردها، مبانی فیزیکی، روش های مختلف آزمون

آزمون میدان مغناطیسی:

– تعریف، مکانیزم، تکنیک های مختلف آزمون، انواع حسگرها

آزمون پرتونگاری:

– تعریف، انواع پرتو، جذب پرتو، تکنیک های مختلف آزمون، پرتونگاری با اشعه ایکس، پرتونگاری با اشعه گاما، پرتونگاری با ذرات نوترونی، تعاریف و کمیت ها، نفوذ سنج ها

آزمون فراصوتی:

– تعریف، اصول، تکنیک های بازرسی، روش های نمایش، انواع پراب، بلوک های مرجع استاندارد

آزمون نشر صوتی:

– تعریف، انواع نشر صوت، اصول، کاربردها

آزمون ترموگرافی:

– تعریف، ترموگرافی مستقیم (ترموکالر)، ترموگرافی غیرمستقیم (مادون قرمز)

آزمون هولوگرافی:

– تعریف، مراحل، هولوگرافی نوری، هولوگرافی صوتی

آزمون جریان گردابی:

– تعریف، کاربردها، اصول، عوامل موثر بر عمق نفوذ، انواع سیم پیچ ها به کار رفته در آزمون، روش های نمایش

سایر آزمونهای غیر مخرب

– آزمون لیزر، آزمون مقاومت الکتریکی و غیره

برخی از کاربردهای آزمونهای غیر مخرب در کنترل کیفی قطعات و اتصالات

۴. مرجع‌های درس

۱- ح. تویسرکانی، بررسی های غیرمخرب، چاپ سوم، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان

2- ASM Handbook, Vol.17 – Nondestructive Evaluation and Quality Control, ASM International, 1989

3- Non-Destructive Testing Handbook, Vol. 10 – NDT Overview, ASNT, 2012

4- Louis Cortz, Non-Destructive Testing, ASM International, 1995

5- R. Halmshaw, Edward Arnold, Non-Destructive Testing, 2nd ed., 1991

6- Non-Destructive Testing Handbook, 3rd ed. Vol. 1-9, ASNT, 2007

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **مواد مرکب**

عنوان انگلیسی درس: **Composite Materials**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: ۲ تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ آشنایی با مواد مرکب (زمینه فلزی– پلیمری و سرامیکی)، آشنایی با ساختار و ارتباط آن با خواص مواد مرکب، مواد اولیه در ساخت کامپوزیت ها، فرایند ساخت کامپوزیت ها، جنبه های مکانیکی و معیارهای طراحی مواد مرکب، کاربرد مواد مرکب در ساخت قطعات مهندسی.

☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

– مقدمه ای بر مواد مرکب:

– تعاریف، تاریخچه و فلسفه پیدایش

انواع مواد مرکب:

– دسته بندی، مواد مرکب با زمینه های فلزی، سرامیکی و پلیمری

فرآیندهای تولید مواد مرکب:

– فرآیندهای حالت جامد، مایع، مایع– جامد و گاز

مواد مرکب پایه فلزی:

– دسته بندی بر اساس جنس زمینه و نوع تقویت کننده

مواد مرکب پایه سرامیکی:

– دسته بندی بر اساس جنس زمینه و نوع تقویت کننده

مواد مرکب پایه پلیمری

– دسته بندی بر اساس جنس زمینه و نوع تقویت کننده

ساختار مواد مرکب:

خواص مواد مرکب:

– خواص مکانیکی و خواص فیزیکی همچون حرارتی و الکتریکی

کاربردهای مواد مرکب

۴. مرجع‌های درس

1. Ever J. Barbero, Introduction to Composite Material Design, second edition, CRC Press Taylor & Francis Group, 2011.
2. F.C. Campbell, Structural Composite Materials, ASM International, 2010.
3. Composite materials handbook, MIL-HDBK-17-3F, Volume 3 of 5,17 JUNE 2002
4. Ronald F. Gibson, Principles of Composite Material Mechanics, Fourth Edition (Mechanical Engineering), CRC Press, 2016.
5. Krishan and K. Chawla, Composite Materials: Science and Engineering (Materials Research and Engineering), Springer, 2013.
6. ASM Handbook, Volume 21, Composites, 2001.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

-

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه شکل‌دهی مواد و پودر**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Forming and Powder Laboratory**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: عملی پیش‌نیاز (هم‌نیاز): اصول شکل‌دهی مواد

تعداد واحد: **۱** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۱ـ آشنایی با دستگاه‌ها و تجهیزات شکل‌دهی فلزات و متالورژی پودر

۲ـ تجربه فرایندهای شکل‌دهی، توانمندی در تشخیص و ارزیابی مشکلات و خطاهای آزمایش‌های شکل‌دهی فلزات

۳ـ ایجاد مهارت در گزارش‌نویسی آزمون‌های شکل‌دهی و متالورژی پودر

۳. محتوای درس

– آزمون فشار تک محوری و رسم منحنی تنش–کرنش فشار با روش کوک–لارک

– آزمون فشار در شرایط کرنش صفحه‌ای

– شناسایی دستگاه و متعلقات قالب اکستروژن، مشاهده اکستروژن و سیلان مواد، شناسایی منطقه مرده و منطقه تغییر شکل و رسم منحنی نیرو–جابه‌جایی

– آزمون کشش سیم و شناسایی قالب‌های آن، محاسبه کاهش سطح در هر پاس

– آزمون نورد، محاسبه نیروی لازم برای نورد در هر پاس، مفهوم پخش جانبی در نورد

– اشنایی با آزمون شکل‌پذیری، شناسایی قالب در آزمایش ارتفاع گنبد، رسم منحنی کامل حد شکل‌پذیری ورق،

– آزمون فورج چرخ‌دنده و آشنایی با متعلقات قالب فورج،

– آزمون کشش عمیق، نمودار FLD

– آزمون اندازه‌گیری ذرات و توزیع اندازه ذرات پودر

– آزمون اندازه‌گیری چگالی ظاهری پودر

– آزمون اندازه‌گیری چگالی خام

– آزمون اندازه‌گیری چگالی و میزان تخلخل به روش ارشمیدس

– آزمون پرس پودر

– آزمون تفجوشی

– آزمون بررسی موفولوژی و شکل ذرات پودر

۴. مرجع‌های درس

۱- هاسفورد، ویلیام؛ کدل، رابرت؛ شکل دادن فلزات، ترجمه محمد رضا افضلی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ۱۳۷۷

۲- ژرمن، راندال؛ متالورژی پودر و مواد ذره‌ای، ترجمه علی حایریان اردکانی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ۱۳۸۷

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: این آزمایشگاه از ادغام آزمایشگاه های شکل دهی مواد و متالورژی پودر بوجود آمده

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه عملیات حرارتی**

عنوان انگلیسی درس: **Heat Treatment Laboratory**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: عملی پیش‌نیاز (هم‌نیاز): عملیات حرارتی

تعداد واحد: **۱** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- مشاهده و تجربه کار با تجهیزات، ابزار و مواد عملیات حرارتی
۲- مشاهده و تجربه اثر چرخه‌های عملیات حرارتی بر ساختار و خواص فلزات
۳- توانایی طراحی و انجام آزمایش و تجزیه و تحلیل داده‌های عملیات حرارتی
۴- تجربه و کسب مهارت در گزارش‌نویسی برای فرایند عملیات حرارتی و ساختار مواد

سطح دانش:
☐ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☒ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

۱-آشنایی با تجهیزات، ابزار عملیات حرارتی، کوره های عملیات حرارتی، محدودیت‌های کوره، انتخاب کوره، دقت کوره در کنترل دمای ، روش اجرا کردن چرخه گرمایی در کوره ها، مشاهده ریزساختار توسط متالوگرافی قبل و بعد عملیات حرارتی، چگونگی اندازه گیری خواص مکانیکی قبل و بعد عملیات حرارتی و چگونگی گزارش نویسی عملیات حرارتی.

۲- اثر محیط سرد کننده بر ریزساختار و سختی فولادها شامل مشاهده اثر نرخ شرد شدن بر توزیع و نوع فازها و ساختارها در فولاد ها، پیشبینی ساختار ها به کمک دیاگرام های CCT در نرخ های سرد شدن متفاوت، اندازه گیری سختی و ارتباط ان با تنوع ساختار حاصل از عملیات حرارتی

۳- بررسی دو عامل اصلی چرخه های عملیات حرارتی یعنی، اثر دما و زمان بازپخت بر ریزساختار فولادها. مشاهده تردی ثانویه و دمای تبدیل تردی به نرمی در این فرآیندها و ارتباط ریزساختارهای بدست امده با خواص مکانیکی مانند سختی و انرژی ضربه.

۴- عملیات حرارتی اسفرودایزینگ فولاد های پرلیتی و مشاهد ارتباط ساختار سمنتیت کروی بر چقرمگی، انرژی ضربه و سختی. و بهینه سازی زمان و دمای کروی نمودن سمنتیت.

۵-عملیات حرارتی آنیل کردن شامل بازیابی، تبلور مجدد و رشد، روی نمونه های کارسرد شده و اثر دما و زمان و مقدار کار سرد اولیه بر این فرایندها. تشخیص تفاوت آنیل نرم و آنیل نرمال

۶--عملیات حرارتی آستنیته کردن. بررسی زمان و دمای آستنیته کردن بر ساختار فولاد و مشاهده ارتباط ساختار با خواص مکانیکی مانند سختی.

۷- عملیات سخت کردن سطحی با تغییر ترکیب شیمیایی. شامل کربوره کردن سطحی در جعبه سمانتاسیون و حمام نمک، نیتروژن دهی پلاسمایی و حمام نمک. مشاهده و اندازه گیری لایه سخت شده سطحی و بررسی پارامترهای موثر بر عمق لایه سخت شده.

۸- آزمون جامینی در فولادها و اندازه گیری عمق سختی پذیری و پارامترهای موثر بر عمق سختی پذیر

۹- عملیات حرارتی پیرسختی در آلیاژهای آلومینیم و تاثیر رسوب سختی بر خواص مکانیکی مانند سختی و استحکام. بررسی زمان و دمایی پیرسازی بر خواص مکانیکی

۱۰- عملیات حرارتی چدنها. مشاهده ساختار چدنهای مختلف و تاثیر مورفولوژی گرافیت طی عملیات حرارتی بر خواص آنها. تبدیل چدن سفید به مالیبل، اثر نرخ سرد شدن و تمپر بر ساختار لدبوریتی چدن ها و تاثیر ریزساختار بر خواص مکانیکی چدن ها.

۱۱- عملیات حرارتی آلیاژهای حافظه دار و مشاهد ساختار آنها بر رفتار شکل پذیری آنها

۱۲ عملیات حرارتی آلیاژ های پایه نیکل و عملیات حرارتی جوان سازی آین سوپر آلیاژها

۴. مرجع‌های درس

۱- اصول و مبانی آزمایشگاه عملیات حرارتی. ناشر: شهبازی. پدیدآوران: مجید کریمیان, ۱۳۹۵ محمدامین شاهرخیان‌دهکردی.
۲- کتاب اصول و کاربرد عملیات حرارتی: فولادها اثر محمدعلی گلعذار بوده و چاپ ۱ آن در سال ۱۳۷۹ توسط انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
1-A laboratory Manual for Trainees in Heat Treatment, MIR Publisher, 1985
2-Steel: Heat Treatment and Processing Principles, ASM International, 1990

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:-

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه اتصال مواد و بررسی‌های غیرمخرب**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Joining and Non-Destructive Testing Laboratory**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: عملی پیش‌نیاز (هم‌نیاز): جوشکاری و اتصال مواد

تعداد واحد: **۱** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ تجربه کارگاهی فرایندهای جوشکاری، مهارت در تحلیل متالوگرافی عیوب جوش،
۲ـ آشنایی با دستگاه‌ها و کسب تجربه در آزمون‌های غیرمخرب،
۳ـ مهارت در گزارش عملیات جوشکاری و بررسی غیرمخرب

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

۱- آزمون چشمی اتصال جوشکاری با استفاده از گیج های مربوطه
۲- آزمون نشتی با استفاده از مایع نافذ
۳- آزمون مایع نافذ اتصال جوشکاری
۴- آزمون مایع ذره مغناطیسی اتصال جوشکاری
۵- مشاهده و تفسیر فیلم های رادیوگرافی موجود
۶- کالیبره کردن پراب های آزمون فراصوتی با استفاده از بلوک های مرجع استاندارد
۷- بررسی ورق های فلزی و اتصالات جوشکاری به وسیله آزمون فراصوتی
۸- بررسی تاثیر سرعت جوشکاری و سرعت چرخش ابزار بر خواص جوش در فرآیند جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی
۹- بررسی تاثیر نوع اتمسفر و مشخصات شعله بر روی خواص جوش در فرآیند جوشکاری اکسی استیلن
۱۰- بررسی تاثیر نوع پخ بر میزان مصرف الکترود، زمان جوشکاری و هزینه جوشکاری
۱۱-جوشکاری فولادهای زنگ نزن به صورت چند لایه و بررسی آنالیز شیمیایی و ریز ساختار جوش با کمک دیاگرام شیفلر
۱۲- بررسی تاثیر شرایط گاز محافظ بر خواص کمی و کیفی جوش در فرآیند جوشکاری GMAW
۱۳- بررسی تاثیر شرایط جوشکاری بر ابعاد جوش، میزان رقت و سختی جوش در فرآیند جوشکاری GTAW
۱۴- بررسی تاثیر شرایط جوشکاری بر نرخ رسوب، عمق جوش و راندمان رسوب در فرآیند الکترود دستی
۱۵- بررسی تاثیر عوامل گوناگون بر پایداری قوس در فرآیند الکترود دستی

۴. مرجع‌های درس:

1- ASM Handbook, Vol. 6A (Welding Fundamentals and Processes), ASM International, 2011.
2 -ASM Handbook, Vol. 17 (Nondestructive Evaluation and Quality Control), ASM International, 1994
3 - Nondestructive Testing Handbook, Vol. 10 (Nondestructive Testing Overview), 2th Ed., ASNT, 1996
۴- حسین تویسرکانی، "بررسی های غیر مخرب"، چاپ سوم، جهاددانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۱۳۹۱
5- R. L. O'Brien, "Jefferson's welding encyclopedia", 18th Ed ., AWS, 1997

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه انجماد و ریخته‌گری**

عنوان انگلیسی درس: **Solidification and Casting Laboratory**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: عملی پیش‌نیاز (هم‌نیاز): ریخته‌گری

تعداد واحد: **۱** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

سطح دانش:

۱ـ یادگیری عملی انواع آزمون های مواد قالب‌گیری بر پایه ماسه، تسلط بر فرایند های قالبگیری ماسه، انواع فرایندهای ریخته‌گری ☐ شناختی (آشنایی) ☒ مهارتی (تمرینی)

۲ـ مشاهده و یادگیری اثر پارامترهای موثر بر ساختار دانه بندی و فازی فلزات طی انجماد تعادلی و غیر تعادلی ☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

آزمونهای ماسه:

–آزمون اندازه گیری رطوبت ماسه
– اندازه گیری درصد خاک ماسه
– اندازه گیری عدد ریزی ماسه
– اندازه گیری قابلیت عبور گاز ماسه
– اندازه گیری استحکام تر برشی و فشاری ماسه
– اندازه گیری استحکام خشک برشی و فشاری ماسه
– اندازه گیری اثر رطوبت، خاک بر استحکام حداکثری ماسه
– اندازه گیری تراکم پذیری مواد قالب گیری ماسه

قالب گیری:

– قالبگیری و ریخته گری ۵ نمونه با سطح جدایش های مختلف و ماهیچه گذاری

انجماد:

– آزمایش تأثیر جوانه‌زاها روی ساختار و خواص مواد.
– آزمایش سرعت سرد کردن (نوع قالب) بر دانه بندی فلزات (تحت تبرید)
– آزمایش گوه و اثر سرعت سرد کردن و تغییر ترکیب شیمیایی بر ساختارفازی چدن ها
– آزمایش تعیین سیالیت فلزات خالص و آلیاژها به کمک قالب مارپیچ
–آزمایش فوق‌گداز بر ساختار دانه بندی فلزات
–اثر ارتعاش دینامیکی بر دانه بندی فلزات
–اثر گاز زدایی بر حذف عیوب ریخته گری

مدل سازی فیزیکی:

– بررسی الگوی جریان سیال در سیستم های راهگاهی و محفظه قالب های شفاف به کمک مدل های آبی و اثر عوامل موثر بر الگوی جریان سیال به منظور مقایسه با نتایج حاصل از نرم افزارهای شبیه سازی جریان مذاب(CFD)

۴. مرجع‌های درس

1-Sarat C. Panigrahi and Brij K. Dhindaw “Testing, Evaluation and Measurements in Metal Casting” 1987, Oxford & IBH Publishing Co. PVT. LTD, New Delhi

۲-آزمایشگاه ریخته گری و انجماد فلزات، مولف: افسانه ربیعی،۱۳۸۶، ناشر : جزیل.

۳- مبانی و روش های ریخته گری فلزات ، رامین رئیس زاده، ۱۳۹۲، انشارات دانشگاه هرمزگان

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

دروس بسته اختیاری مهندسی و علم مواد

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **مهندسی و علم مواد محاسباتی**

عنوان انگلیسی درس: **Computational Materials Science and Engineering**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- کسب تجربه و مهارت در پردازش داده، پس پردازش و تفکر محاسباتی به کمک برگ گسترده و متلب در مسایل مهندسی
۲- کسب تجربه و مهارت در حل مساله به کمک ساده سازی، شبیه‌سازی عددی و روش اختلاف محدود در مهندسی مواد محاسباتی
۳- آشنایی با اصول مدل سازی ریاضی و علم مواد محاسباتی

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☒ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

- آشنایی با درس، آشنایی با محاسبات

حل مساله به کمک مدل سازی عددی

- ساده سازی در طرح مساله‌های مهندسی (مساله عمر نسوز دیواره کوره صنعتی)
- حل مسایل انتقال گرما و نفوذ یک بعدی پایا (مساله دیواره کوره صنعتی)
- کاربرد برگ گسترده در حل مسایل انتقال گرما و نفوذ
- حل مسایل انتقال گرما در مختصات استوانه‌ای (مساله دیواره کوره صنعتی)
- حل مسایل انتقال گرمای گذرا (مساله میله در حال گرم‌شدن)
- حل مسایل انتقال گرما دوبعدی پایا (مساله قالب ریخته‌گری پیوسته)
- گسسته‌سازی معادلات دیفرانسیلی به روش اختلاف محدود FDM
- پس پردازش Post Processing، آشنایی با TecPlot

مدل سازی و شبیه سازی عددی

- مدل‌سازی و شبیه‌سازی چیست؟ Modeling/Simulation
- مهندسی مواد محاسباتی چیست؟ علم مواد محاسباتی چیست؟ CME/CMS
- روش شناسایی مساله (هندسه، فیزیک، مواد، معلوم/مجهول/فرضیات)
- مراحل شبیه‌سازی عددی (شناسایی مساله، مدل‌سازی ریاضی، گسسته‌سازی عددی، پردازش عددی، پس‌پردازش)
- آشنایی با روش‌های گسسته‌سازی FEM/FVM/FDM
- درک مقیاس و واحد در محاسبات، پارامترهای مشخصه و اعداد بدون بعد،

مهندسی مواد محاسباتی CME

- آشنایی با مدل سازی و شبیه سازی در مهندسی مواد محاسباتی
- مدل سازی یکپارچه (فرایند، ساختار، خواص) در مهندسی مواد و مجهول‌های هر بخش
- اصول ریاضی حاکم بر هر بخش (معادلات پایستاری .Conservation eq، ترمودینامیک و سینتیک، قوانین شار و معادلات تجربی Flux Law & .Constitutive eq)،
- چگونگی ارتباط ریاضی در یک مدل یکپارچه مهندسی مواد محاسباتی ICME بین کمیت‌های فرایند (دما و ترکیب)، ساختار (کسر فازها) و خواص (دما، ترکیب، سرعت ...)
- مرور بر معادلات میدان در مهندسی و کاربرد آنها در مهندسی مواد
- روش های شبیه سازی ساختار، آشنایی با دینامیک نابجایی DD، اتوماسیون سلولی CA و میدان فاز PF همراه با مثال
- حل مسایل CME (شبیه‌سازی عددی آزمون جامینی و پیش‌بینی سختی و ساختار نمونه فولاد جامینی)
- آشنایی با بهینه‌سازی در مسایل مهندسی مواد، موازنه جرم و حل ماتریس معادلات استاندارد خطی، مساله بهینه سازی بار کوره.

علم مواد محاسباتی CMS

- آشنایی با روش‌های شبیه‌سازی در مقیاس مولکولی و اتمی، کاربردهای CMS
- اصول دینامیک مولکولی MD، الگوریتم محاسبات MD
- حل مثال اعمال نیروی برشی و حرکت نابجایی در شبکه بلوری فلزی به روش MD با استفاده از LAMMPS
- آشنایی با مدل‌سازی برهم‌کنش ذرات و توابع پتانسیل مواد، تابع LJ
- اصول شبیه‌سازی مونت کارلو MC، الگوریتم محاسبات MC
- اصول شبیه‌سازی DFT، الگوریتم محاسبات DFT، مکانیک کوانتوم، معادله شرودینگر و کاربرد آن در علم مواد محاسباتی

۴. مرجع‌های درس

۱- احمد کرمانپور، اصول و کاربرد شبیه‌سازی فرایند، ۱۳۹۰
۲- سیدابراهیم وحدت، کاربرد رایانه در علم متالورژی و مواد، ۱۳۸۷
۳- بهمنی، باغانی، میرباقری، دوامی، شبیه سازی فرآیندهای ریخته گری، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۶

۵. ارزیابی پیشنهادی:

☒ کار کلاس ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

این درس به دو زمینه مهندسی مواد محاسباتی CME و علم مواد محاسباتی CMS می پردازد و مهارت حل مساله مهندسی به روش شبیه سازی عددی را در مخاطب پرورش می دهد.

۱. عنوان فارسی درس: **اصول مهندسی پلیمر**

عنوان انگلیسی درس: **Principles of Polymer Engineering**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی مواد

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با انواع پلیمرها

۲- آشنایی با خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها

۳- آشنایی روش‌های فراوری و کاربردهای پلیمرها

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

- مقدمه‌ای بر پلیمرها و کاربرد آنها
- ترموپلاستیک‌ها، الاستومرها، و ترموست‌ها
- ساختمان مولکولی، جرم مولکولی، پراکندگی جرم مولکولی و روش اندازه‌گیری آن، انواع ساختارهای فضایی زنجیره‌های پلیمری، پیکربندی‌های مولکولی
- کوپلیمرها شامل تصادفی، توده‌ای، اتصالی و شاخه‌دار شدن
- ساختار بلوری و بلورینگی در پلیمرها، ساختمان پلیمرهای آمورف
- پلیمریزاسیون و تکنیک‌های سنتز پلیمرها
- پدیده ذوب، دمای انتقال شیشه‌ای، خواص ویسکوالاستیک پلیمرها
- ساختار لاستیک ایده‌آل، انتروپی، الاستیسیتی، رفتار الاستیک در شبکه پلیمری، رابطه تنش و کرنش
- رفتار ویسکوالاستیک، خزش، آزادسازی تنش، پاسخ دینامیکی، پیرسازی فیزیکی، مدل‌های ماکسول، توزیع زمان‌های آزادسازی، اثر دما
- تغییرشکل پلاستیک، تغییر شکل حجمی، سیلان کششی و برشی، اثر دما، تسلیم شدن و ترکچه‌زایی
- روش‌های تولید قطعات پلیمری شامل اکستروژن، قالب‌گیری تزریقی، شکل‌دهی حرارتی، قالب‌گیری فشاری و انتقالی، قالب‌گیری دمشی، ریخته‌گری
- شناسایی و آنالیز پلیمرها از طریق پراش پرتو ایکس، میکروسکوپ‌هی نور و الکترونی، روش‌های طیف‌سنجی و حرارتی
- اهمیت بازیافت، جنبه‌های اقتصادی آن، روش‌های مختلف بازیافت ترموپلاستیک‌ها، ترموست‌ها و لاستیک‌ها

۴. مرجع‌های درس

1- N. G. McCrum, C. P. Buckley, and C. B. Bucknall, Principles of Polymer Engineering, 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1997.
2- L. H. Sperling, Introduction Physical Polymer, 4th ed. Pennsylvania: John Wiley & Sons, 2006.

سایر مراجع:

3- F. W. Billmeyer and J. Wiley, Textbook of Polymer, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1984.
4- I. M. Ward and J. Sweeney, Mechanical Properties of Solid Polymers, 3rd ed. West Sussex: Wiley, 2013.

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **اصول مهندسی سرامیک**

عنوان انگلیسی درس: **Principles of Ceramics Engineering**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی مواد و فیزیک مواد

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با خواص، کاربرد، و ساختارهای مواد سرامیکی

۲ـ آشنایی با روش تولید مواد سرامیکی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه‌ای بر مواد مهندسی و سرامیکهای پیشرفته

– تاریخچه مواد و انسان، تعریف مواد پیشرفته

– رابطه ساختار–خواص–کاربرد در مواد مهندسی

ساختار مواد سرامیکی

– پیوندهای شیمیایی در سرامیک‌ها

– ساختار بلوری در مواد سرامیکی

– نمودارهای فازی مواد سرامیکی

– عیوب ساختاری و ساختارهای غیر بلوری

خواص مواد سرامیک:

– خواص مکانیکی

– خواص حرارتی

– خواص الکترکی و مغناطیسی

– خواص نوری

– خواص شیمیایی و خوردگی

کاربردهای مواد سرامیکی

– کاربردهای مبتنی بر خواص حرارتی

– کاربردهای مبتنی بر خواص مکانیکی

– کاربردهای مبتنی بر خواص الکترکی و مغناطیسی

– کاربردهای مبتنی بر خواص نوری

– کاربردهای مبتنی بر خواص شیمیایی و خوردگی

فرایندهای ساخت محصولات سرامیکی:

– مواد اولیه

– فرایندهای شکل دادن سرامیک‌ها

– فرایندهای پودری

– عملیات حرارتی و نهایی

– تضمین کیفیت

طراحی با سرامیک‌ها:

– انتخاب مواد

– ملاحظات و نگرشهای طراحی

۴. مرجع‌های درس

1- D.W.Richerson, Modern Ceramic Engineering, properties, processing and use in design, CRC Taylor and Francis, 3rd Ed. 2006
2- M. Barsoum, Fundamentals of ceramic Engineering, McGraw-Hill, 1997
3- W.D. Callister and D.G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, An introduction, 9th Ed. 2014
4- Yet-Ming Chiang, Dunbar P. Birnie, W. David Kingery, Physical Ceramics: Principles for Ceramic Science and Engineering, Wiley, 1997

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: –

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **بیومواد**

عنوان انگلیسی درس: **Biomaterials**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی مواد

تعداد واحد: **۳** تعداد ساعت: ۴۸ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با کاربرد مواد در مهندسی پزشکی

۲- آشنایی با خواص زیست‌سازگاری زیست مواد

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه‌ای بر مهندسی بیو مواد

- پیشینه، تقسیم بندی بیوموادها، عملکرد

بیومواد فلزی

- ساختار، خواص و روش‌های ساخت

بیومواد سرامیکی

- ساختار، خواص و روش‌های ساخت

بیومواد پلیمری

- ساختار، خواص و روش‌های ساخت

بیومواد کامپوزیتی و هیبریدی

- ساختار، خواص و روش‌های ساخت

برهم‌کنش بیومواد و محیط زنده

- زیست سازگاری بیوموادها با بافت و خون، بیوشیمی، پروتیین‌ها، تخریب شیمیایی

تعیین خصوصیت های سطحی و توده‌ای بیومواد

- اصلاح و آنالیز سطح
- آزمون‌های بیولوژیک

کاربرد بیومواد

- جایگزینی بافت نرم
- جایگزینی بافت سخت
- کاربرد در سامانه‌های دارورسانی
- کاربرد بیومواد در مهندسی بافت

۴. مرجع‌های درس

1- Park & Bronzino, Biomaterials principles and application, CRC press, 2002
2- Park and Lakes, Biomaterials, an introduction, Springer, 2007
3- Chen and Thouas, Biomaterials: a basic Introduction, CRC Press, 2014

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: -

۱. عنوان فارسی درس: **فیزیک مدرن در مهندسی**

عنوان انگلیسی درس: **Modern Physics in Engineering**

دسته‌بندی: بسته اختیاری | نوع: نظری | پیش‌نیاز (هم‌نیاز): فیزیک مواد

تعداد واحد: **۳** | تعداد ساعت: ۴۸ | آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱- آشنایی با موضوع ها، مفهوم ها و دیدگاه های فیزیک مدرن در مورد ماده و انرژی
۲- آشنایی با مکانیک کوانتوم و ایجاد حداقل پایه علمی موردنیاز برای علم مواد محاسباتی
۳- ایجاد نگرش و درک عمیق‌تر از مواد و ساختار اتمی (نسبت به نگرش کلاسیک نیوتنی)

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☒ مهارتی (تمرینی)
☒ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

معادلات تبدیل کلاسیک

– مروری بر مکانیک کلاسیک، تبدیل‌های زمان–فضای کلاسیک، سرعت و شتاب، اثر داپلر کلاسیک، اصل نسبیت کلاسیک

مفاهیم پایه نسبیت انیشتین

– فرضیه نسبیت خاص انیشتین، مقایسه فواصل زمانی، هم‌زمانی و هماهنگ سازی ساعت، تضاد اتساع زمانی

معادلات تبدیل سینماتیک نسبی

– معادلات تبدیل فضایی نسبی، معادلات تبدیل زمانی نسبی، معادلات تبدیل سرعت نسبی، معادلات تبدیل شتاب نسبی، معادلات تبدیل بسامد نسبی

معادلات تبدیل دینامیک نسبی

– جرم نسبی، نیروی نسبی، انرژی جنبشی و انرژی کل نسبی، تکانه نسبی، همبستگی ماده=انرژی، تبدیل تکانه و انرژی نسبی

کوانتیزه کردن ماده و تشعشع الکترومغناطیس

– دورنمای تاریخی، پرتوهای کاتدی و آندی، اندازه‌گیری بار ویژه، بار و اندازه الکترون، مدل نوین اتم، ویژگی‌ها و منشاء موج‌های الکترومغناطیس، شدت، فشار و توان موج‌های الکترومغناطیس، پراش موج‌های الکترومغناطیس، انرژی و تکانه تشعشع الکترومغناطیس، اثر فتوالکتریک، توصیف کوانتمی آن، توصیف کوانتمی اثر کامپتون، اثر داپلر نسبی

کوانیزه کردن اتم‌های تک‌الکترونی

– طیف اتمی، مدل کلاسیک اتم تک‌الکترونی، مدل بور برای الکترون تک‌اتمی، جرم کاهش یافته و اصلاح مدل بور، قانون کوانتیزه کردن ویلسون–سامرفلد، کوانتیزه کردن تکانه زاویه‌ای برای الکترون بور، اعداد کوانتمی

مقدمه‌ای بر مکانیک کوانتمی

– معادله حرکت برای یک رشته مرتعش، مدل‌های متداول برای ارتعاش یک رشته کشیده‌شده، موج‌های متحرک و معادله کلاسیک موج، فرضیه دی بروی، موج‌های ماده، سرعت‌های گروه، فاز و ذره، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ

مکانیک کوانتم شرودینگر

– معادله تک‌بعدی وابسته به زمان شرودینگر، معادله سه بعدی وابسته به زمان شرودینگر، معادله مستقل از زمان شرودینگر، تفسیر احتمال تابع موج، پایستگی احتمال، ذره آزاد و یک پتانسیل ثابت، ذره آزاد در جعبه (چاه پتانسیل نامحدود)، توابع موج در توصیف موقعیت و تکانه، تابع دلتای دیراک، مقادیر مورد انتظار، عملگرهای تکانه و موقعیت، مقادیر ویژه تکانه برای یک ذره آزاد در یک جعبه، عملگر انرژی، عملگر هامیلتونی، ارتباط بین مکانیک کوانتم و کلاسیک، ذره آزاد در جعبه سه بعدی

مکانیک آماری کلاسیک

– فضای فازی و مجموعه بندادی کوچک (Microcanonical Ensemble)، احتمال ترمودینامیکی، محتمل‌ترین توزیع، اهمیت تابع پارش، گاز ایده‌آل تک‌اتمی، همپاری انرژی، حرارت ویژه کلاسیک

مکانیک آماری کوانتمی

– فرموله کردن آمار کوانتمی، احتمال‌های ترمودینامیکی در آمار کوانتمی، بازنگری آمار ماکسول–بولتزمن، آمار بوز–انیشتین، آمار فرمی–دیراک، محتمل‌ترین توزیع، توزیع بوز–انیشتین، توزیع فرمی–دیراک، حرارت ویژه‌ی یک جامد

۴. مرجع‌های درس

Marshall L. Burns, Modern Physics for Science and Engineering -2012- Tuskegee University

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ کار کلاس ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست: این درس به طور کلی موضوعاتی از سه بخش فیزیک حالت جامد، فیزیک نسبیت و فیزیک کوانتوم را به صورت کاربردی در بر می‌گیرد.

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **نانومواد**

عنوان انگلیسی درس: **Nanomaterials**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۱۰۰ واحد

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☒ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با مبانی رفتار مواد در مقیاس نانومتری، کاربردهای مواد نانومتری، طبقه‌بندی مواد نانومتری
۲- آشنایی با و روش‌های تولید نانومواد و مشخصه‌یابی آن‌ها

سطح دانش:
☒ شناختی (آشنایی)
☐ مهارتی (تمرینی)
☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوی درس

- مقدمه‌ای بر نانوفناوری و نانومواد:
- ظهور نانوتکنولوژی، انواع نانوتکنولوژی و نانوماشین‌ها، روش‌های پایین به بالا و بالا به پایین، چالش‌های نانوتکنولوژی)

خواص فیزیکی نانومواد:

- نقطه ذوب و ثوابت شبکه، (خواص مکانیکی، خواص نوری: تشدید پلاسمون سطحی، اثرات اندازه کوانتومی، هدایت الکتریکی: پراکندگی سطحی، تغییر ساختار الکترونی، انتقال کوانتمی، اثر میکروساختار، فرومغناطیس‌ها و دی‌الکتریک‌ها، اثر نانوساختار بر ویژگی‌های مغناطیسی، دینامیک نانومغناطیس‌ها، سوپر پارامغناطیس، خواص صوتی،) ویژگی‌های سطحی، انرژی سطحی، پتانسیل شیمیایی به عنوان تابعی از انحنای سطح، وابستگی ویژگی‌ها به اندازه)

پایداری الکتروشیمیایی، چگالی بار سطحی، پتانسیل الکتریکی در مجاورت سطح جامد، پتانسیل جاذبه واندروالس، برهم‌کنش بین دو ذره (نظریه DLVO)

طبقه‌بندی نانومواد و اثرات اندازه و نسبت سطح به حجم

نانوساختارهای صفربعدی:

- نانوذرات (جوانه‌زنی همگن، ، رشد جوانه‌ها، سنتز نانوذرات فلزی سنتز نانوذرات نیمه‌هادی، سنتز نانوذرات اکسیدی، معرفی فرایند سل–ژل، هیدرولیز، واکنش‌های فاز بخار، جدایش فازی حالت جامد، جوانه‌زنی غیرهمگن، سنتز قید دار نانوذرات، سنتز درون میسل‌ها ، سنتز ایروژل، توقف رشد، پیرولیز پاششی، سنتز روی بستر، سنتز هم‌بافته، آسیاکاری مکانیکی، نانوذرات هسته–پوسته

نانوساختارهای یک بعدی:

- نانوسیم‌ها و نانومیله‌ها (رشد خودبخود اصول تبخیر، فرایند تبخیر–تراکم، سنتز روی پایه (لایه‌نشانی الکتروشیمیایی و الکتروفورتیک)، پر کردن پیش‌ساخته (تمپلت)، الکتروریسی، لیتوگرافی)

نانوساختارهای دوبعدی:

- لایه‌های نازک (مبانی رشد فیلم، علم خلاء، روش‌های لایه‌نشانی فیزیکی از فاز بخار (PVD): تبخیر کند و پاش، رشد شیمیایی از فاز بخار (CVD): سینتیک واکنش، روش‌های CVD، رسوب لایه اتمی (ALD)، ابرشبکه، خودآرایی، ، لایه‌نشانی الکتروشیمیایی، فیلم‌های سل–ژل)
- مواد توده‌ای نانوساختار (نانوساختارهای جامد غیرمنظم، روش‌های سنتز، مکانیزم‌های متداول شکست، چندلایه‌های نانوساختار، مواد مرکب و متخلخل نانویی)

نانومواد ویژه:

- فلورین‌ها و نانولوله‌ها، بلورهای فلورینی، گرافن، آئروگرافن، نانوحفره‌ها، مواد با تخلخل میکرونی و مزویی، ساختارهای مزو متخلخل منظم و نامنظم، مواد میکرو متخلخل بلوری: زیولیت‌ها، ساختارهای هسته–پوسته هیبریدهای آلی–معدنی مواد نانوکامپوزیتی و نانودانه.
- ساختارهای تولید شده با روش‌های فیزیکی، لیتوگرافی نوری، تغییر فازی، پرتوی الکترونی، جابه‌جایی نانویی و نانولیتوگرافی

مشخصه‌یابی نانومواد

- مشخصه‌یابی ساختار، SEM، TEM، SPM، XRD، SAXS، جذب گاز، مشخصه‌یابی شیمیایی، طیف‌نگاری نوری، الکترونی و یونی، طیف‌نگاری مادون قرمز و رامان، طیف‌نگاری پرتو ایکس، رزونانس مغناطیسی، میکروسکوپ نیروی اتمی، نانوانبرک‌ها، لومینسانس)

کاربردهای نانومواد:

- کاربردهای الکترومغناطیسی، کاربردهای کاتالیستی، کاربردهای زیستی،کاربردهای نوری و لیزر

۴. مرجع‌های درس

1- Guozhong Cao, Nanostructures & nanomaterials, to synthesis, properties & applications, 2004, Imperial College Press.
2- Mike Ashby, Paulo Ferreira, Daniel Schodek, Nanomaterials, Nanotechnologies and Design, 2009, Elsevier Ltd.

سایر منابع

3- Dieter Vollath, An introduction to synthesis, properties and applications, 2nd edition, 2013, Wiley-VCH.
4- Charles P. Poole Jr., Frank J. Owens, Introduction to Nanotechnology, John Wiley and Sons, 2003

۵. ارزیابی پیشنهادی ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

۱. عنوان فارسی درس: **آزمایشگاه شیمی مواد**

عنوان انگلیسی درس: **Materials Chemistry Laboratory**

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: عملی پیش‌نیاز (هم‌نیاز): شیمی مواد

تعداد واحد: **۱** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی:☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐بازدید ☐کارگاه ☒آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ کسب مهارت در سنتز شیمیایی مواد

۳- کسب مهارت در کاربردهای شیمیایی/الکتروشیمیایی مواد

۴- کسب مهارت در ارزیابی خواص مواد

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. خلاصه درس

آشنایی با نحوه سنتز و تولید مواد نوین و کاربرد آن‌ها، سنتز اکسید گرافن، سنتز نانوذرات طلا، نقره و نانوذرات مگنتیت به روش شیمی‌تر، آندایزینگ آلومینیم و تیتانیوم، آشنایی با مقدمات و مبانی فرآیند سل-ژل، سنتز دما بالا (روش سنتز احتراقی، روش پیرولیز پاششی)، سنتز الکتروشیمیایی، کاربرد مواد سنتز شده

۴. محتوای درس

۱- آشنایی با اصول ایمنی کار در آزمایشگاه‌های شیمی

۲- سنتز اکسید گرافن (GO) به روش هامر اصلاح شده

۳- احیا شیمیایی اکسید گرافن

۴- کریستالیزاسیون (تولید بلور نمک‌های فلزی) سولفات مس

۵) پلیمریزاسیون فنول بیس A

۶- سنتز نانوذرات طلا به روش احیای شیمیایی با استفاده از سدیم بوروهیدرات و سدیم سیترات

۷- سنتز نانوذرات مگنتیت (Fe_3O_4) با روش شیمیایی هم‌رسوبی

۸- فرایند ساخت هیدرواکسی آپاتیت بروش سل-ژل: تهیه سل، پیر سازی و ایجاد ژل؛ خشک کردن و تکلیس. بررسی ترکیب محصول

۹- سنتز احتراقی TiB_2با احیای اکسیدهای تیتانیم و اکسید بور به کمک منیزیم ترمی

۱۰- سنتز نانوساختارهای مس/نقره به روش پلی‌ال. بررسی پدیده SPR در نانوذرات کروی نقره

۱۱- فرایند پیرولیز پاششی برای تولید ذرات پروسکایت. تهیه پیش ماده،تهیه افشانه و انجام پیرولیز در کوره استوانه‌ای بررسی ریز ساختار محصول و ترکیب شیمیایی

۱۲- آندایزینگ آلومینیم/تیتانیوم. بررسی تاثیر الکترولیت و زمان

۱۳- سنتز الکتروشیمیایی نانوذرات مس بر سطح گرافیت. اندازه گیری مقدار سطح ویژه نانوذرات

۱۴- سنتز الکتروشیمیایی نانوذرات پالادیوم بر سطح گرافیت. اندازه گیری مقدار جذب و واجذب هیدروژن در سطح نانوذرات

۵. مرجع‌های درس

[۱] م. ادریسی، ساخت و کاربرد مواد نانو، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳

2- B.D. Fahlman, Materials Chemistry, 2nd Ed., Springer, 2008

۶. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☐ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☒ عملکردی)

۷. توضیح/پیوست:

دروس مشترک بسته‌های اختیاری

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **زبان تخصصی**

عنوان انگلیسی درس: **Scientific Language**

دسته‌بندی: اصلی　　نوع: نظری　　پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۸۰ واحد

تعداد واحد: **۲**　　تعداد ساعت: ۳۲　　آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با متون و اصطلاحات تخصصی در زمینه مواد و متالورژی،

۲ـ آشنایی با قواعد نگارش متون علمی مهندسی و ارایه مطلب به زبان انگلیسی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مطالعه برگزیده‌ای از کتاب‌ها و مقالات انگلیسی مربوط به مهندسی مواد و متالورژی

-توانایی دانشجویان در موارد خواندن و درک سریع مطلب

-آشنایی با لغت‌ها و اصطلاحات تخصصی

-ترجمه متن تخصصی

قواعد نگارش متون علمی/مهندسی به زبان انگلیسی:

-نگارش پایان نامه، نگارش مقاله، و نگارش گزارش فنی به زبان انگلیسی.

-تمرین گزارش نویسی بصورت پروژه ترمی

-نگارشی از یک تحقیق در رشته تخصصی مهندسی مواد و متالورژی به زبان انگلیسی

قواعد گزارش شفاهی علمی/مهندسی به زبان انگلیسی.

-طراحی اسلاید، فن بیان، آمادگی ارایه، سوال و جواب

-ارایه شفاهی مقاله، و پروژه به زبان انگلیسی.

-تمرین ارایه شفاهی بصورت پروژه ترمی نگارشی از یک تحقیق در رشته تخصصی مهندسی مواد و متالورژی به زبان انگلیسی.

۴. مرجع‌های درس

۱- انگلیسی برای دانشجویان رشته مهندسی مواد (متالورژی)، محمد فلاح مقیمی، انتشارات سمت ۱۳۹۳

۲- برگزیده‌ی کتاب‌ها و مقالات رشته مهندسی مواد و متالورژی به زبان انگلیسی

3- Royds Irmak, Beginning Scientific English –1975

۵. ارزیابی پیشنهادی:

☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

مطالعه برگزیده کتاب‌ها و مقالات انگلیسی مهندسی مواد و متالورژی، روش‌های نگارش علمی به زبان انگلیسی، ارایه متن تخصصی به زبان انگلیسی، مطالعه و درک متون تخصصی و آشنایی با لغات تخصصی رشته

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **مدیریت و اقتصاد مهندسی**

عنوان انگلیسی درس: **Engineering Economy and Management**

دسته‌بندی: بسته اختیاری　　نوع: نظری　　پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۸۰ واحد

تعداد واحد: **۲**　　تعداد ساعت: ۳۲　　آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☐ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با مبانی نظری و کاربردی اقتصاد و اقتصاد مهندسی

۲- آشنایی با مبانی مدیریت صنعتی با رویکرد مهندسی مواد

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☐ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

- مدیریت (تعریف، وظایف اصلی یک مدیر، برنامه ریزی، سازماندهی)، مفهوم سازماندهی و انواع سازمان‌ها
- نقش نیروی انسانی در مدیریت (فاکتورهای انسانی در مدیریت (انگیزه‌ها و ...)
- مدیریت در صنایع مهندسی مواد و متالورژی، طرح یک مسئله مدیریت در صنعت مواد و متالورژی
- عوامل تولید
- تعریف عرضه و تقاضا، حساسیت تقاضا
- تعریف عرضه، عوامل موثر در عرضه، تعادل بین عرضه و تقاضا
- انواع هزینه‌های تولید و تجزیه و تحلیل آن‌ها
- چگونگی تعیین قیمت در ارتباط با میزان و ایجاد انحصارات
- استهلاک و روش محاسبه آن
- درآمد، تفاوت بین درآمد و سرمایه، تورم
- اجزا متشکله قیمت یک کالای تولیدی و محاسبه قیمت تمام شده یک کالا، روش شناسایی کاهش قیمت تمام شده محصول
- اقتصاد در انتخاب مواد مهندسی
- عرضه و تقاضا در صنعت فولاد
- تحلیل بازار مواد مهندسی
- آشنایی با بورس فلزات
- روش‌های سفارش کالا و مسایل مربوط به آن

۴. مرجع‌های درس

۱- اقتصاد مهندسی، اسکو نژاد، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۹

۲- مبانی علم اقتصاد، طهماسب محتشم دولتشاهی، انتشارات خجسته، ۱۳۹۴

۳- اصول مدیریت، علی رضاییان، انتشارات سمت، ۱۳۹۵

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☐ ارزیابی مستمر ☐ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

شناسنامه درس

۱. عنوان فارسی درس: **روش تحقیق و گزارش نویسی**

عنوان انگلیسی درس: Research Method and Report Writing

دسته‌بندی: بسته اختیاری نوع: نظری پیش‌نیاز (هم‌نیاز): گذراندن ۶۰ واحد

تعداد واحد: **۲** تعداد ساعت: ۳۲ آموزش تکمیلی: ☐ کلاس تمرین ☒ سمینار ☐ بازدید ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه

۲. هدف‌های درس

۱ـ آشنایی با مبانی پژوهش و روش علمی تحقیق

۲ـ ایجاد مهارت برای برنامه‌ریزی، جمع‌آوری و ارایه گزارش شفاهی و کتبی

سطح دانش:

☒ شناختی (آشنایی)

☒ مهارتی (تمرینی)

☐ نگرشی (درک عمیق)

۳. محتوای درس

مقدمه

– اهمیت تحقیق و ارائه مطالب علمی

– تعریف تحقیق و اختلاف آن در علوم مختلف

مفاهیم پایه در تحقیق

– تعاریف شامل علم، فرضیه، توسعه، خلاقیت و نوآوری

– انواع تحقیق

– روش تحقیق در مهندسی مواد

مبانی روش تحقیق

–انتخاب مسئله

– تعیین اهداف، سوالات، فرضیات و متغیرها

– منابع دانش، بررسی متون و گردآوری اطلاعات

– ابزار گردآوری اطلاعات از منابع کلاسیک (کتاب و ...) و ابزار مدرن (بانکهای اطلاعاتی و ...)

– روش‌های تحقیق برای حل مسئله (روش تحلیلی، روش توصیفی و طراحی آزمایشات تجربی)

– پردازش، تحلیل و تفسیر اطلاعات و اعتبار سنجی نتایج و آشنایی با قابلیت های نرم افزارهای موجود

– اخلاق در پژوهش

– زمانبندی و بودجه نویسی

تدوین گزارش

– آئین نگارش گزارش علمی به زبان فارسی

– قالب‌های متداول در تدوین یک گزارش علمی

– نحوه ارائه شفاهی نتایج تحقیق

– نامه‌نگاری

– نحوه تهیه رزومه (شرح حال)

– آشنائی با نرم افزارها و ابزار ارائه گزارش

انجام یک تحقیق عملی و ارائه گزارش کتبی و شفاهی

۴. مرجع‌های درس

۱– رضا صفابخش، پژوهش و ارائه در مهندسی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۲

۲– محمدجواد کتابداری، محمد ساقی، اصول و مبانی تحقیق در مهندسی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ سوم، ۱۳۹۱

3- D. Beer, D. McMurry, A Guide to writing as an engineer, 4th Ed., Wiley, 2013

4- M. Alley, The craft of scientific research, 4th Ed.,Springer, 2018

۵. ارزیابی پیشنهادی: ☒ ارزیابی مستمر ☒ تمرین ☒ آزمون میان‌دوره ☒ آزمون پایان‌دوره (☒ نوشتاری ☐ عملکردی)

۶. توضیح/پیوست:

چگونگی انجام یک تحقیق از تعریف مسئله، گردآوری منابع، روش‌های حل مسئله و بررسی نتایج تدریس می‌شود. همچنین ضمن تاکید بر روش منطقی نوشتن مطالب علمی و فنی، به روش ارائه شفاهی نیز توجه می‌شود.

Amirkabir University of Technology
(Tehran Polytechnic)

Bachelors of Science Curriculum & Course Description

Materials and Metallurgical Engineering

Course Structure:

The courses in the Materials and Metallurgical Engineering program include general humanities and languages (22 units), basic science courses (27 units), core courses (58 units), program specific courses (20 units) and elective courses (15 units).

The total number of courses in the BSc program is 140 (students who pass 22 general humanities and language courses should pass 142 course for graduation). Table 1 shows the structure of the courses, descriptions and the number of units in each category.

Table 1 – Course structure for the Materials and Metallurgical Engineering program.

Course type	Number of units	Description	Table No.
General humanities and languages	22	Based on the Amirkabir University of Technology program	2
Basic science	27	23 lecture units and 4 practical units	3
Core	58	50 lecture units, 3 practical units, 2 units of internship and 3 units BSc research	4
Program specific *	20	25 lecture units and 3 practical units	5
Elective **	15	Materials Production and Synthesis Theme (23 units) Manufacturing Processes Theme (24 units) Materials Science and Engineering Theme (23 units)	6

* The total number of courses in this category is 28. Students should pass a minimum of 20 units from this category. Extra units from this category will account for elective courses.

** Students should select one group from the three specified themes. Students should pass a maximum of 15 units from one theme (the number of available units in each theme varies). Student may take extra courses from Table 5 instead of elective courses.

Table 2 – Basic Science Courses

Basic Sciences Course List				
No	**Course Title**	**Credits**		**Prerequisite Courses (Co-requisite Courses)**
		Lecture	**Practical**	
1	Mathematics I	3		-
2	Mathematics II	3		Mathematics I
3	Differential Equations	3		Mathematics II
4	Computer Programming	3		Mathematics I
5	Numerical Computations	2		Computer Programming
6	Physics I	3		-
7	Physics Laboratory I		1	(Physics I)
8	Physics II	3		Physics I
9	Physics Laboratory II		1	(Physics II)
10	General Chemistry	3		-
11	General Chemistry Laboratory		1	General Chemistry
12	General Workshop		1	-
Total		**23**	**4**	

Table 3 – Core Courses

Core Courses List				
No	**Course Title**	**Credits**		**Prerequisite Courses (Co-requisite Courses)**
		Lecture	**Practical**	
1	Engineering Mathematics	3		Differential Equations
2	Industrial Drawing	1	1	-
3	Statics	3		Physics I
4	Mechanics of Materials	3		Statics
5	Fundamentals of Electrical Engineering	3		Physics II
6	Introduction to Materials Engineering and Metallurgy	1		-
7	Crystallography	3		(General Chemistry)
8	Transport Phenomena	3		(Differential Equations)
9	Physical Chemistry of Materials	3		Physics I - (Mathematics II)
10	Thermodynamics of Materials	3		Physical Chemistry of Materials
11	Physical Metallurgy I	3		Crystallography
12	Metallography Laboratory		1	Physical Metallurgy I
13	Physical Metallurgy II	2		Physical Metallurgy I
14	Solidification of Metals	2		Transport Phenomena - Physical Metallurgy I
15	Mechanical Properties of Materials I	3		Mechanics of Materials - Physical Metallurgy I
16	Mechanical Properties of Materials Laboratory		1	Mechanical Properties of Materials I
17	Materials Chemistry	3		General Chemistry
18	Materials Physics	2		Physics II
19	Electrochemistry and Corrosion	3		Thermodynamics of Materials I
20	Kinetics of Materials	3		Physical Chemistry of Materials - Transport Phenomena
21	Materials Characterization and Analysis Techniques	3		80 Credits
22	Internship		2	80 Credits
23	Bachelors of Science Project		3	100 Credits
Total		**50**	**8**	

Table 4 – Program Specific Courses

Program Specific Course List - Materials and Metallurgical Engineering				
No	**Course Title**	**Credits**		**Prerequisite Courses (Co-requisite Courses)**
		Lecture	**Practical**	
1*	Principles of Metal Production I	3		Thermodynamics of Materials
2*	Introduction to Manufacturing Processes	3		Mechanical Properties of Materials I
3	Advanced Materials	3		Materials Physics
4	Heat Treatment	2		Physical Metallurgy II
5	Principles of Materials Forming	3		Mechanical Properties of Materials I
6	Casting	3		Industrial Drawing – Transport Phenomena
7	Welding and Joining of Materials	3		Physical Metallurgy I
8	Design and Selection of Materials	3		100 Credits
9	Recycling of Metallic Materials	2		Principles of Metal Production I
10	Engineering Calculations Workshop		1	Computer Programming
11	Materials Characterization and Analysis Technique Laboratory		1	Materials Characterization and Analysis Technique
12	Corrosion and Coating Laboratory		1	Electrochemistry and Corrosion
Total		**25**	**3**	

* Rows 1 and 2 from the program specific courses list is mandatory.

- Completing minimum of 20 credits from 28 credits of specific courses list is mandatory.

- Completing minimum of 3 credits of laboratory/workshop from courses in Tabled 4 to 7 is mandatory

Table 5 – Elective Package - Materials Production and Synthesis Theme

Elective Package List - Materials Production and Synthesis				
No	**Course Title**	**Credits**		**Prerequisite Courses (Co-requisite Courses)**
		Lecture	**Practical**	
1	Principles of Metal Production II	3		Principles of Metal Production I
2	Non-Ferrous Metal Production	3		Principles of Metal Production I
3	Iron and Steel Making	2		Principles of Metal Production I
4	Sustainable Development in Metals Production	2		100 Credits
5	Process Control	3		Engineering Mathematics
6	Synthesis for Advanced Energy Materials	2		Materials Chemistry - Principles of Metal Production I
7	Bioprocesses in Metallurgical Engineering	2		Principles of Metal Production I
8	Metals Production Laboratory		1	Principles of Metal Production I
9	Scientific Language	2		80 Credits
10	Engineering Economy and Management	2		80 Credits
11	Research Method and Report Writing	2		60 Credits
Total		**23**	**1**	

Table 6 - Elective Package - Manufacturing Processes Theme

Elective Package List - Manufacturing Processes				
No	**Course Title**	**Credits**		**Prerequisite Courses (Co-requisite Courses)**
		Lecture	**Practical**	
1	Surface Engineering and Coatings	3		Electrochemistry and Corrosion
2	Powder Engineering	2		100 Credits
3	Mechanical Properties of Materials - II	3		Mechanical Properties of Materials - I
4	Non-Destructive Testing	2		Introduction to Manufacturing Processes
5	Composite Materials	2		100 Credits
6	Materials Forming and Powder Laboratory		1	Principles of Materials Forming
7	Heat Treatment Laboratory		1	Heat Treatment
8	Materials Joining and Non-Destructive Testing Laboratory		1	Welding and Joining of Materials
9	Solidification and Casting Laboratory		1	Casting
9	Specific Language	2		80 Credits
10	Engineering Economy and Management	2		80 Credits
11	Research Method and Report Writing	2		60 Credits
Total		**19**	**4**	

Table 7 - Elective Package - Materials Science and Engineering Theme

Elective Package List - Materials Science and Engineering				
No	**Course Title**	**Credits**		**Prerequisite Courses (Co-requisite Courses)**
		Lecture	**Practical**	
1	Computational Material Science and Engineering	3		100 Credits
2	Principles of Polymer Engineering	3		Materials Chemistry
3	Principles of Ceramics Engineering	3		Materials Chemistry – Materials Physics
4	Biomaterials	2		Materials Chemistry
5	Modern Physics in Engineering	3		Materials Physics
6	Nanomaterials	2		100 Credits
7	Materials Chemistry Laboratory		1	Materials Chemistry
8	Specific Language	2		80 Credits
9	Engineering Economy and Management	2		80 Credits
10	Research Method and Report Writing	2		60 Credits
Total		**22**	**1**	

Core Courses

Course Title: Statics

Course Goals:

1- Introduction to Calculation of Force and Moment Resultants Using Equilibrium Equations to Determine Stability or Stationary Condition of Rigid Objects

Syllabus:

Introduction, Scalar and Vector Quantities and Vector Operations

- Unit vector, orthogonal components of a vector, direction cosines
- Vector components and vector decomposition
- Addition, multiplication and subtraction of vectors with Cartesian expression

Types of Forces, Force Equations and Resultant of Forces

- Definition of force and its types, resultant of a force system
- Equilibrium of a particle and equilibrium equations of forces applied on it
- Types of force supports

Types of Moments, Moment Equations and Resultant of Moments

- Moment relative to a point, Moment relative to an axis
- Couples and, types of supports, reactive moment applied on a body

Equilibrium of a Rigid Object

- Expression of equilibrium equations of force and moment applied on an object
- Different modes of resultants

Friction and its Concepts

- Types of friction, application of dry friction and its equations
- The principle of virtual work

Surface and Surface Profile of Objects at Equilibrium under Moment

- Restricted and planar surface, statical moment of a restricted and planar surface relative to an axis
- Determination of geometrical center of a surface, Pappus-Guldinus theorems and applications
- Polar moment of inertia of a restricted and planar surface relative to a point
- The parallel axis theorem, polar gyration radius of a surface
- Product moment of inertia of a restricted and planar surface relative to two orthogonal axes, the parallel axis theorem
- Principle members of inertia, Mohr's circle and inertia

Truss and Loading Analysis

- Fixed and non-fixed planar truss, node method and cross section method in truss analysis
- Truss Analysis Training Softwares

Beams and Loading Analysis

- Stresses (internal forces and moments) on beams
- Equations and diagrams of stresses in beams
- Beam Analysis Training Softwares

Cables and Loading Analysis

- Determination of support response, checking tensile force in a cable with concentrated loads
- Parabolic cable with extended load, application of cables

Frames and Loading Analysis

- Stresses, equation of stresses in frames
- Plotting stress graph and its application

Arches and Loading Analysis

- Fixed static arcs
- Stresses in arches, equations of stress, plots and applications

References:

1- "Statics", J. L. Meriam, L. G. Kraige; John Wiley, 7th Ed. 2011

2- "Engineering Mechanics: Statics", R. C. Hibbeler; Pearson, 13th Edition, 2013

Course Title: Mechanics of Materials

Course Goals:

1- Familiarity with Types of Stress, Strain and Load Along with Determination of Fundamental Equations of Mechanics of Materials

2- Ability to Apply Fundamental Equations to Determine Strength of Engineering Materials Under Different Loads

Syllabus:

Stress and Strain

- Introducing stress and its types
- Introducing strain and its types
- Application of stress and strain engineering in 2D and 3D space

Simple Tensile Test

- Ductile material and brittle material
- Resilience and toughness of material
- Elongation of bars under axial force

Mechanical Properties of Materials Discussed in Mechanics of Materials

- Elasticity coefficient (E), Poisson's coefficient (υ), Rigidity coefficient (G), Hooke's general and simple law
- Volumetric stress and volumetric strain, Volume elasticity coefficient (K), isotropic and anisotropic material, homogeneous and heterogeneous material

Static Indeterminate Systems

- Systems with rigid members
- Systems with rigid members under axial force

Thermal Stress in Simple and Composite Rods

Torque and Equation of Torque

- Twisting angle and equation of twist angle in members under torsion, torsion in rods with circular cross-sections
- Torsional shear stress equation, twisting angle, torsional shear strain.

Normal Stress Caused by Applied Force

- Normal stress equation, neutral axis
- Drawing diagram of normal stress variation perpendicular to the neutral axis of the cross-section. Simple bending and oblique bending, off-center load

Tangential Stress Caused by Applied Force

- Tangential stress resulting from bending
- Drawing diagram of tangential stress variation perpendicular to the neutral axis

Internal Moments and Forces of Beams

- Equations, forces in beams
- Drawing their diagram over the beam
- Linear (deflection) and angular (slope) deformations caused by transverse loads in beams, deflection equations, slope in beams
- Drawing their diagrams over the beam, relationship between deformation equations and efforts (internal forces and moments) in the beams

Stresses and Strains in Thin Walled Tanks

- Spherical thin-walled tanks under uniform pressure
- Cylindrical thin-walled tanks under uniform pressure
- Safety criteria of tank leakage or explosion

Two-Dimensional Stress State and Mohr's Stress Circle

- General equations for normal and tangential stresses applied on an optional plane passed through a given point, principal stresses and calculations, principal planes, positioning principal stress axes at a given point of plane stress state.
- Drawing Mohr's stress circle for plane stress state, specifications and applications of this circle
- Maximum shear stress within the plane

Three-Dimensional Stress State and Mohr's Stress Circles

- Stress matrix, Stress constants I1, I2 and I3, stress characteristic equation, principal stresses 1, 2, 3 and their calculation, principal planes and positioning principal stress axes at a given point.
- Drawing Mohr's stress circuits for three-dimensional stress modes, application cases.
- Octagonal planes, normal and tangential stresses, and resultant of stresses applied on octagonal planes
- Maximum shear stresses 1, 2, 3 and their calculation, principal shear stress planed for three-dimensional stress state

Three-Dimensional Strain and Mohr's Stress Circles

- Strain matrix, principal strain constants J1, J2, J3, principal strains 1, 2, 3 and their calculation, positioning direction of principal strains
- Maximum shear strains 1, 2, 3 and their calculation
- Mohr's strain circle for plane strain state, drawing procedure and specifications

Strain Gauges and Stress-Strain Conversion Relations in Engineering Applications

- Orthogonal arrangement, delta and 45-degree strain gauges
- Three-dimensional strain conversion relations

Strain Energy

- Resistance criteria (definitions of relations and diagrams) of Rankine, Tresca, von Mises, Moher, Saint-Venant

References:

1- F.P. Beer Johnstone & J.T. Dewolf, "Mechanics of Materials", McGraw-Hill, 2001
2- E. Popove, Prentice-Hall, "Mechanics of Materials", 2nd edition, 1976
3- R.R. Craig, "Mechanics of Materials", 3rd Ed. John Wiley, 2011

Course Title: Fundamentals of Electrical Engineering

Course Goals:

1- Introduction to Principles and Applications of Electrical Engineering including Electrical Circuits, Electric Machines and Control Equipment

2- Introduction to Theoretical Principles of Continuous and Alternating Currents in Electric Devices

Syllabus:

Introduction

- Magnetism and electromagnetism, the governing equation, Ampere law, hysteresis, and magnetic saturation, permanent magnets, Faraday's law, eddy currents and eddy current loss, electromagnetic force and torque

Electric Machines: DC Motors and Generators

- Geometry, fields, voltage and current

Transformers

- Specifications, ideal transformers, equivalent circuit of transformer, nominal power and dissipation, open circuit test and closed circuit test, current and voltage transformers, single phase and three phase transformers, connection types of three phase transformer, autotransformers

Induction Machines (Alternating Current Motors)

- Description, performance principles, generating torque, performance of induction motors near synchronous speed, leakage inductance, working characteristics, starting of an induction motor

Synchronous Motors

- Design and performance principles, Sliding rotor, permanent magnet rotors, equivalent circuit
- Single phase motors and servomotors
- Industrial Electronics

Control Systems

Automatic switches and relays in control circuits

References:

1- Electric Machinery Fundamentals, Stephen Chapman, 5th Ed. 14th Edition, 2011

2- A.E. Fitzgerald, Basic Electrical Engineering, 2014

3- Vincent Del Toro, Basic Electrical Machines, Prentice Hall, 1990

Course Title: Introduction to Materials Engineering and Metallurgy

Course Goals:

1- Getting Familiar with The World of Materials Science and Engineering and Understanding its Position, Branches and Subdisiplines

2- Becoming Aware of Domestic and Foreign Industrial Capacity and Labor Market of Materials Science and Engineering

3. Creating Motivation and Awareness and Providing Intellectual Support for Conscious Pursuit of Academic Program in Materials Science and Engineering

Syllabus:

Introduction and Background

- Introducing the course, asking questions regarding the field of study
- How did humans become civilized? timeline of human civilization, role of engineering materials in the periods of human civilization, identification of present age and human innovations during the last century

The Nature of Materials

- Background and origin of the universe, how were materials in the beginning of universe? How did this endless variety in engineering world evolved from limited table of elements? genesis of materials in the world

Engineering Materials

- Timeline of engineering materials development, alchemy and metallurgy development, engineering materials and metals production, a look at periodic table of elements

Evolutionary Process of Metallurgy

- Brief description of production and extraction process of metals, iron and steel in different ages, evolution of iron and steel production in Iran and the world, evolution of non-ferrous metal production in Iran and the world

Introduction to Engineering and The Role and Responsibilities of an Engineer:

- What is Engineering? Who is an engineer? How is engineering? Getting familiar with engineering disciplines and position of materials science and engineering, how did engineering disciplines originate? position of materials science and engineering

Materials Engineering:

- What is materials engineering? What is materials science? What is pyramid of materials? Understanding the role and importance of materials structure

Pyramid of Materials Science and Engineering:

- Materials structure and materials properties, materials structure and materials behavior during manufacturing processes, relationship between properties and structure of materials, Initial familiarity with material standards

What are Manufacturing and Production Processes of Engineering Materials?

- Metal production processes (Multimedia)
- Forming, casting, coating, welding and heat treatment processes (Multimedia)

Characterization, Selection and Design of Material:

- How are engineering materials identified and investigated? (Multimedia)
- How are engineering materials designed and selected? (Multimedia)

Labor Market

- Definition of business, what is a job? Where is labor market for materials science and engineering? What industries and countries provide job opportunities for us? Can I build my own business in this field? Can I create wealth? Familiarity with labor market, industries and research centers of materials science and engineering
- Visiting laboratories and workshops of the department, lecture by industrialists, invited professor, pioneers and entrepreneurs

References:

1- Askeland, The Science and Engineering of Materials 6th ed., 2011
2- Reardon, Metallurgy for Non-metallurgists, 2nd ed., AFS
3- R.F. Tylecote, A History of Metallurgy, 2nd ed., The Institute of Materials, 1992
4- Metallurgy Theory and Practice, D. K. Allen, Translated by Akbar Qari Niat, Azmoon Press, 1998

Course Title: Crystallography

Course Goals:

1- Introduction to Crystal Structure of Materials
2- Ability to Calculate and Understand Geometry Structure of Materials
3- Application of Crystallography and Diffraction in Materials Engineering

Syllabus:

Introduction to Materials Science and Engineering

- Thomas tetragonal to explain interaction of mechanical behavior of materials with other factors
- Structural scales of materials
- Introduction to electronic structure of materials, primary and secondary bonds, and relationship between force-distance diagram and material properties

Macroscopic Symmetries

- Definition of symmetry, main elements of symmetry including mirror symmetry, central symmetry, rotation symmetry and rotoinversion symmetry
- Representation of symmetry elements by stereographic symbols

Crystalline and Non-Crystalline Materials

- Importance of arrangement type of atoms, short-range and the long-range order
- Isotropy of non-crystalline materials properties and anisotropy of crystalline materials properties
- Natural and artificial single crystals, solidification and formation of polycrystalline materials

2-D and 3-D Crystal Systems

- Space lattice
- Unit cell, geometry of a unit cell, primitive unit cell
- Four 2-D systems, Wigner-Seitz unit cell, seven 3-D systems, lattice parameters

2-D and 3-D Crystal Lattices

- Five 2-D crystal lattices, fourteen 3-D Bravias lattices
- Symmetry in Bravias lattices, motif
- Structure of NaCl, ZnS and HCP

Crystal structures

- Point coordinates, coordination number, relation between lattice parameter and atomic radius
- Face-centered cubic, body-cenetred cubic and hexagonal close-packed structures, unit cell volume
- Atomic packing factor, theoretical density of crystalline materials, allotropic transformations

Crystallographic Directions and Planes

- Miller and Miller–Bravais indexing of directions
- Linear density and linear packing factor, family of directions
- Miller and Miller–Bravais indexing of planes
- Planar density and planar packing factor, family of planes
- Close-packed crystal structures
- Definition of crystal planes, interplanar distance, relation between plane indices, density and interplanar distance, interplanar angle, interface of two planes, zonal plane
- Crystal formation by close-packed planes arrangement; ABAB hexagonal closed packed (HCP) and ABCABC face-centered cubic (FCC) arrangements

Interstitial sites in crystals

- Tetrahedral and octahedral interstitial positions, interstitial sites in FCC, BCC and HCP lattices
- Interstitial sites between two close-packed planes of AB positions
- Carbon solubility in FCC and BCC structures

Crystal Structure of Ceramics, Crystal Lattice Defects

- Important crystal structures in ceramics, spinel and inverse spinel structure
- Piezoelectric effect, thermoelectric phenomenon
- Density and ionic packing factor, crystal structure of covalent materials

- Point, linear, planar and volumetric crystal defects and principles of precipitation hardening heat treatment

Stereographic Image

- Reference cube, drawing and applications of stereographic image, Wulff net
- Placing a pole on a standard stereographic image
- Measuring the angle between the planes, standard stereographic image
- Indicating crystallographic directions and zone in stereographic image
- Indexing planes in stereographic image

Introduction to Application of X-ray and Electron Beam Diffraction in Crystallography

- X-ray generation, scattering and diffraction, Bragg's law, determination of diffraction angles
- Application of X-ray and electron beam diffraction in studying crystal structure of materials

Microscopic Symmetries, Point Group and Space Group

- Translational symmetry, elements of macroscopic symmetry
- 32 point groups
- Symmetries of seven crystal systems, elements of microscopic symmetry
- Sliding symmetry plane, torsional symmetry axis, formation of space groups

Polymer Crystallinity and Liquid Crystals

- Polymers, polymers crystallinity, polymer crystals, liquid crystals
- Liquid crystal displays and thermometer

References:

1- Marashi, Pirooz, Majid Puranvari, Masih Rezaei, DorsaSadat Safanama, Crystallography in Materials Engineering, Amirkabir Press, 2016.

2- Callister, William D., Jr., David G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, An Introduction, Eighth Edition, John Wiley and Sons, 2009.

Course Title: Transport Phenomena

Course Goals:

1- Introduction to Mass, Energy and Momentum Conservation Laws

2- Introduction to Mass, Momentum and Heat Transport Mechanisms

3- Solving Engineering Problems Related to Mass, Momentum and Heat Transfer by Applying Conservation Laws

Syllabus:

Introduction

- Application of transport phenomena in engineering
- Mass, energy and momentum conservation laws; analogy between phenomena

Part I: Momentum Transfer (Fluid Dynamics)

Introduction to Fluid Statics

- Pressure at a point, Pressure variation in a static fluid, Buoyancy force

Momentum Transfer in Laminar Flow

- Newton's law of viscosity and the concept of viscosity
- Calculating gas viscosity using kinetic theory of gases, viscosity of metallic, covalent, ionic and van der Waals liquids
- Shell Momentum Balance in Laminar Flow: Couette flow, flow of a falling film, flow through a circular tube (Hagen Poiseuille Equation)

Continuity and Momentum Conservation Eq*uations in* Fluid Dynamics

- Continuity equation, Navier-Stokes and special cases
- External flows: creeping flow around a sphere

An Introduction to Turbulent Flow

- Reynolds experiment
- Definition of friction factor, empirical equations for flow in tubes (Moody diagram) and external flows
- Flow in packed bed (Darcy equation and Ergun equation)

Macroscopic Mechanical Energy Balance

- Macroscopic equilibrium of mechanical energy, Bernoulli's equation and head loss
- Solving engineering problems using Bernoulli's equation: Draining a tank, Pitot tube and Venturi meter

Part II: Heat Transfer

Steady State Heat Conduction

- Fourier's law of heat conduction and concepts of thermal conductivity coefficient and thermal diffusivity, thermal conductivity in gases, liquids and solids
- Heat conduction through flat and composite walls under steady state condition
- Thermal conductivity with heat generation
- One dimensional general equation of heat conduction

Transient Heat Conduction

- lumped capacitance model (Newtonian cooling)
- Cooling in semi-infinite system
- Transient heat conduction general solution (Heisler charts)
- Industrial and engineering applications: metal solidification

Convective Heat Transfer

- General equation of energy transfer, forced and free heat convection
- Concept of heat transfer coefficient, boundary layers and empirical equations for convective heat transfer

Radiative Heat Transfer

- Electromagnetic waves and nature of radiation, Planck's law for black-body radiation
- Stefan-Boltzmann law, gray bodies and emissivity
- View factor and electric analogy in solving engineering problems of radiation

Part III: Mass Transfer

Mass Diffusion and Mass Transfer Mechanisms

- Molecular mass transfer and Fick's first law
- Mass transfer by convection and overall flux of mass transfer
- Gas diffusion coefficient, liquid diffusion coefficient theories
- Shell mass balance and boundary conditions, diffusion through a stagnant gas film

References:

1- David Gaskell; An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering, 2nd Ed. 2013

2- R.R. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot; Transport Phenomena, Wiley; 2nd Ed. 2001

3- Poirier and Geiger; Transport Phenomena in Materials Processing, TMS, Min., Met., & Mat. Society, 2016

Course Title: Physical Chemistry of Materials

Course Goals:

1- Introduction to Physical Laws Governing Chemical Systems

2- Introduction to Basic Thermodynamics Laws

Syllabus:

Basic Concepts, Definitions and Agreements:

- Atom, molecule, matter, states of matter (gas/liquid/solid), phase
- Measurement quantities, force, energy, heat, physical transformation and chemical change
- Physical chemistry structure (thermodynamics, kinetics, quantum chemistry, statistical mechanics)

Gases:

- Empirical basics and history of extraction perfect gas law (Boyle-Mariotte's law, Gay-Lussac's law, Charles's law, Dalton's law and Amagat's law)
- Kinetics theory of perfect gas (molecular speed, collision frequency, mean free path)
- Real gases (van der Waals equation, compression factor (Z), virial equation of state)

The First Law of Thermodynamics

- Concepts and definitions (work, heat and energy), thermal equilibrium principle (the zeroth law of thermodynamics) Caloric theory and Lavoisier's definition of heat, relation between work and heat (Joule's experiment), definition of heat and work, types of work (mechanical work, electrical work, surface work, etc.), the first law of thermodynamics
- Reversibility concept, maximum work for reversible change, definition of infinitesimal change
- Enthalpy, heat capacity, nature of heat capacity, fluctuation-dissipation theorem, Joule-Thomson experiment

The Second Law of Thermodynamics

- Quality of energy, analyzing steam engine limitations and investigating efficiency improvement, Carnot and Rankine cycles
- Expression of second law by William Thomson and Clausius
- Concept of entropy, entropy of system, entropy of environment and entropy of universe
- Concept of spontaneity and formulation of the second law
- Origin of entropy and the third law of thermodynamics
- Gibbs and Helmholtz energies, maximum work for expansion and non-expansion works

Combining The First and Second Laws

- Internal energy, Maxwell relations

- Properties of Gibbs energy, Gibbs-Helmholtz equation, relation between Gibbs energy and maximum non-mechanical work, Nernst heat theorem

Introduction to Equilibrium Concept

- Phase stability concept in one-component systems, phase diagram of one-component systems, phase boundaries, normal boiling point, normal melting point, sublimation point, triple point
- Phase diagrams of water, carbon dioxide and helium

Physical Chemistry of Interfaces

- Liquid surfaces: macroscopic and microscopic images of surface, surface tension, Young and Laplace equations
- Wetting phenomenon and contact angle: Young's equation, linear tension, wetting and important wetting geometries
- Solid surfaces: definition of crystalline surfaces, thermodynamics of solid surfaces, surface tension and surface stress, surface energy

References:

1- Atkins and Julio de Paula, Physical Chemistry: Thermodynamics, Structure, and Change, 10th Ed. Oxford University Press, 2014.

2- David R. Gaskell, Introduction to the Thermodynamics of Materials, 6th Ed, CRC Press, 2018.

3- Hamid Omidvar and Milad Rezaei, Physical Chemistry of Materials, Amirkabir University Press, 2014.

Course Title: Thermodynamics of Materials

Course Goals:

1- Application of Thermodynamic Rules and Functions to Predict Physical and Chemical Behavior of Materials

2- Predicting Equilibrium Conditions in Reactive Systems in Materials Engineering Processes

Syllabus:

Concepts and Terms

- Definition of system (isolated, open, closed) and environment
- Microscopic and macroscopic state of the system, intensive and extensive quantities, thermodynamic variables

A review on Basic Thermodynamics Laws

- Overview of concepts of work, heat, internal energy, mass and energy and conversion of them to each other
- Enthalpy and entropy change with temperature, volume, and pressure
- Thermochemistry and application of the first law of thermodynamics
- The second law of thermodynamics and chemical reactions
- Maximum expansion work and maximum non-expansion work, concept of spontaneous and non-spontaneous work
- Mixing entropy, statistical interpretation of entropy, overview of the third law of thermodynamics

Equilibrium in Single-Component Systems

- Definition of Gibbs energy and its relationship with work and universe entropy
- Chemical potential, equilibrium in heterogeneous systems, molar and integral quantities
- Phase equilibrium in single component systems, Gibbs energy change with temperature at constant pressure, Gibbs energy change with pressure at constant temperature
- Clapeyron and Clausius-Clapeyron equations and extracting vapor pressure equations
- Application of Clausius-Clapeyron equations for calculating enthalpy and entropy changes of melting and evaporation, specific heat capacity change at constant pressure, and calculating temperature and pressure of triple point

Equilibrium in Multicomponent Systems without Reaction (Thermodynamics of Solutions)

- Reminder of ideal gases and gas mixtures, concept of activity, solutions behavior, Rault's and Henry's laws, components activity in binary solutions
- Gibbs-Duhem equation and its application in determination of activity and coefficient of activity, Gibbs energy of solution formation (mixing), non-ideal solution and its comparison with ideal solution, regular solutions, introducing alpha function (α), excess quantities
- Two-component phase diagrams, Gibbs energy and activity, Gibbs energy of formation of regular solution, criterion of phase stability in regular solutions, solid and liquid standard states, obtaining two-component phase diagrams based on thermodynamic calculations

Equilibrium in Multicomponent Systems with Reaction

- Chemical thermodynamics, equilibrium in systems of reactive gases (SO_2//SO_3, CO//CO_2, H_2O//H_2 systems)
- Equilibrium in systems consisting of condensed phases and gaseous phase
- Equilibrium in condensed reactive systems (equilibrium criteria, standard states, Gibbs phase rule)

References:

1- David R. Gaskell and David E. Laughlin, Introduction to the Thermodynamics of Materials, 6th Ed, CRC Press, 2018.

2. Chemical Thermodynamics of Materials: Macroscopic and Microscopic Aspects, by Svein Stølen, Tor Grande, John Wiley & Sons, 2004.

3- Problems in Metallurgical Thermodynamics and Kinetics, Translated by Eskandar Keshavarz Alamdari, Amirkabir University of Technology Press, Third Edition, 2017.

4. Chemical Thermodynamics of Materials, Translated by Davood Haghshenas, Seyed Hadi Tabaian and Mohammad Reza Qaani, Amirkabir University of Technology Press, 2012.

Course Title: Physical Metallurgy I

Course Goals:

1- Introduction to the Atomic Structure and Defects of Metal Crystal Lattices

2- Understanding the Relationship between Structure and Properties of Materials and Phase Transformations

3- Introduction to Equilibrium Phase Diagrams and Developing Skills in Computations of Phase diagram, and its Application, and Plotting Phase Structure of Materials

Syllabus:

Basic Definitions

- Introduction to materials science and engineering, z
- Gibbs' phase rule and degree of freedom in phase determination, introduction to metal solidification: definition and types of solidification, homogeneous and heterogeneous nucleation and growth, and factors affecting grain structure of metals
- Types of solid phases, definition of metal alloys, solid solutions (single phase and multiphase), intermetallic phases and compounds

Equilibrium and Non-Equilibrium Phase Diagrams

- Equilibrium phase diagrams and their sketching, complete and limited solubility in binary systems in melt and solids. Types of binary diagrams (isomorphous, eutectic, peritectic, monotectic, eutectoid, etc.)
- Lever rule and application of phase diagrams for determining type, number, amount and distribution of equilibrium phases at each equilibrium concentration and temperature, schematic drawing of phase structures of alloys during solidification using phase diagrams
- Introduction to ternary phase diagrams

Phase Diagram of Iron-Carbon (Steels)

- Iron / carbon equilibrium diagram, types of ferrite phases (equilibrium and Widmanstätten), martensite, bainite, austenite and pearlite and how to stabilize phase structure by equilibrium and non-equilibrium solidification in simple carbon steels
- Properties of steels based on microstructure and industrial application of steels, introduction to alloy steels and effect of alloying elements

Phase Diagram of Cast Irons

- Cast irons, types of cast iron and their structural analysis (ledeburit, pearlite, graphite, cementite and austenite) using phase diagram of cast irons
- Investigation of cast iron structure based on the type and shape of graphite and carbon such as gray cast iron, white cast iron, malleable cast iron, spherical graphite cast iron, mottled cast iron, etc.
- Properties and industrial applications of cast irons

Phase Diagram of Nonferrous Alloys

- Aluminum and its alloys, review of microstructure and applications
- Copper and its alloys, review of microstructure and applications
- Nickel system and its alloys, review of microstructure and applications

Application of Phase Diagrams and Metal Properties

- Precipitate, secondary phase and relationship of resulting microstructures with mechanical properties
- Alloying and its effect on strength of metals
- Application of phase diagrams in identifying materials properties, such as: castability, fluidity, segregation defects, effect of alloying elements on strengthening mechanisms
- Introduction to the process of heat treatment and relationship between microstructure and properties in this process

References:

1- Avner, Introduction to Physical Metallurgy, McGraw-Hill, 2nd ed, 2001

2- Cottrel, An Introduction to Metallurgy, Askeland, The Science and Engineering of Materials

3- Callister, William D., Jr., David G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, An Introduction, 8th ed, Wiley, 2009
4- Reed-Hill, Abbaschian, Physical Metallurgy Principles, PWS-Kent Pub, 1992
5- Engineering Physical Metallurgy, Y. Lakhtin, Translated by Afsaneh Rabiei, Hosseinian Technical Press, 1986

Course Title: Metallography Laboratory

Course Goals:

1- Experience and Skill in Preparing Metallographic Samples
2- Observing and Acquiring Skills in Optical Microscopy Study of Metallurgical Structures
3. Identifying and Analyzing Metallurgical Structures of Metals
4- Skills in Reporting Metallographic Results

Syllabus:

Familiarity with Metallographic Equipment, Tools and Materials

- Method of using metallographic optical microscopes
- Sample preparation method: (Cutting, Mounting, Sanding, Replica, Polishing and Etching),
- Sanding and polishing: Manual sanding, sand disc, sand machine, abrasive particles, electro-polish
- Optical microscope: identification of microscope components, how to operate optical microscope,
- Sampling, setting objective lens, ocular lens, depth of field, analog and digital imaging

Macroscopic Metallography

- Macro-etching, observing macrostructure of cast aluminum specimens, observing grain structure

Microscopic Metallography

- Micro-etching, observing microstructure of cast aluminum specimens, observing gas and shrinkage cavities, observing dendrites, etchant solutions, electro-etch
- Identifying metallographic errors: sand lines, over-etching effect

Quantitative Metallography

- Determining grain size according to ASTM standard method, structure tomography

Observing and Understanding Structure of Engineering Alloys:

- Carbon steels and Alloy steels, Cast iron, Aluminum alloys, copper alloys

Image Analysis:

- Metallographic image analysis, image processing, scaling, image analysis using Clemex software, phase fraction calculation, grain size calculation

Method of Reporting Microscopic Structures of Materials:

- Report structure, image preparation, image scaling, image brightness and contrast, image marking, image captioning and image discussion

References:

1- ASM Handbook, Vol.9 Metallography and Microstructures,
2- Vander Voort, Metallography, Principles and Practice, ASM International, 1984

Course Title: Physical Metallurgy II

Course Goals:

1- Introduction to Phase Transformations in Metals, Diffusion in Solids and Precipitation

2- Gaining Skills and Experience in Determining Phase Structure of Metals to Achieve Engineering and Functional Properties.

3. Understanding Basics of Heat Treatment Processes for Engineering Applications

Syllabus:

Basic Definitions

- Thermodynamic equilibrium and Gibbs free energy
- Types of equilibrium states, definition of phase transformation and kinetics of phase transformation
- Atomic mobility and energy distribution among atoms in analysis of kinetic behavior

Phase Transformation

- General classification of phase transformations
- Atomic mobility in phase transformations and determination of its mechanism

Introduction to Solidification of Metals

- Definition of nuclei, mechanism of nucleation of molten metals
- Homogeneous and heterogeneous nucleation in molten metals
- Driving and free energy of homogeneous and heterogeneous nucleation in molten metals
- Definition of growth and its mechanism in molten metals

Nucleation and Growth in Solids

- Nucleation in solid metals and mechanisms of nucleation in solids
- Types of nucleation (homogeneous and heterogeneous) and growth in metallic solids
- Critical radius in various nucleation types of solids and effective factors on it
- Rate of homogeneous and heterogeneous nucleation and growth and effective factors on them
- Kinetics of homogeneous nucleation and Avrami equation (JMA)
- Effective factors on solid-state phase transformation

Diffusion in Solids

- Mechanisms of diffusion in solids, diffusion in ideal solution
- The first and second Fick's law
- Atomic mobility under stable and unstable conditions
- Kirkendall effect, Darken's equations and measurements of diffusion coefficient
- Solution of Fick's second law by Matano, thin layer and Grube methods
- Surface hardening, nitriding, carbonitriding, and decarburization
- Self-diffusion, effective factors on diffusion coefficient
- Diffusion in grain boundaries and free surfaces, lattice and grain boundary diffusion

Precipitation Hardening (Age Hardening) of Metal Alloys

- Secondary phase, precipitate dispersion, age hardening and precipitation hardening
- Interface of metastable precipitates and GP zones, alloys capable of age hardening
- Activation energy and mechanisms of age hardening and its effect on metal strength, its industrial applications

Spinodal Decomposition

- Uphill diffusion, activity and phase separation
- Mechanisms and equations governing spinodal decomposition
- Alloys susceptible to spinodal decomposition and its effect on metal strength

Recovery, Recrystallization and Grain Growth in Metal Solids

- Introduction to cold working and phenomena of recovery, recrystallization and growth in annealing process
- Recovery process, its driving force and mechanism

- Recrystallization process, its driving force and mechanism, governing equations and effective factors on it, difference between static and dynamic recrystallization and empirical characteristics, industrial applications
- Growth of recrystallized grains, mechanism and governing equations, industrial applications, solute drag effect and pinning by secondary phase particles

Diffusional Transformations

- Introduction to heat treatment, CCT and TTT diagrams, their application in determining the microstructures of metals and their relation to mechanical properties of metals.
- Pearlite phase transformation: types of equilibrium and non-equilibrium pearlite, interlamellar spacing, and its relation with strengthening
- Diffusion mechanism and equations governing nucleation and growth of perlite layers, effective factors (heat and alloying elements)
- Types of pearlitic and ferritic-pearlitic steels and effect of perlitic structure on hardness and mechanical properties of metals

Diffusionless Transformations

- Crystal lattice and crystallography of martensite, diffusionless transformation mechanism of martensite, Bain distortion
- Morphologies of martensite, effects of stress, strain and alloying elements on martensitic transformations, metals capable of martensitic transformation and its effect on metal strengthening

Bainite Transformations

- Bainitic transformation, comparison of martensitic and bainitic transformation, upper and lower bainite and effective factors on bainitic phase transformation, relationship between microstructure and mechanical properties of bainite

References:

1- Porter, Easterling, Phase Transformations in Metals and Alloys, *3rd Edition*., Chapman and Hall, 2009
2- Reza Abbaschian, Lara Abbaschian, Robert E. Reed-Hill, Physical Metallurgy Principles, 4th Edition, Cengage Learning ,2009
3- Materials Science and Engineering; a First Course, V. Raghavan, 6th Edition, Prentice Hall of India Learning, Private Limited, 2015
4- Materials Science and Engineering; an Introduction, W. D. Callister, 9th Edition, John Wiely & Sons, 2009
5- Solid State Phase Transformations, V. Raghavan, Prentice Hall of India Learning, Private Limited, 2015
6- Ashby, Jones, Engineering Materials 2, an Introduction to Microstructures, Processing and Design, 4th ed, Elsevier, 2013
7- Physical Properties of Materials, Ahmad Razagian, 5th EditionNegaresh Olum Press, 2014

Course Title: Solidification of Metals

Course Goals:

1- Introduction to Solidification Process and Understanding Structure and Properties Resulting from Solidification

2- Introduction to Mechanism of Nucleation and Growth in Pure Metals, Ability to Solve Governing Equations and Industrial Applications

3- Introduction to Solidification of Alloys including Nucleation, Growth and Segregation Phenomenon, Skill in Solving Diffusion Equations and Industrial Applications

Syllabus:

Introduction

- Understanding the process of solidification in pyramid of materials science and engineering, its relation with structure, its impact on mechanical and physical properties of metals, solidification transformations, kinds of solidification transformations based on the phase diagrams, definition and descriptions of liquid structure from different point of views including fluid mechanics and rheology, physical chemistry of condensate gases, and X-ray aided materials engineering
- Atomic structure of molten metals near melting point, short-order and long-order atomic range, solids structure and crystalline lattice, liquid and crystalline structure
- Thermodynamic and physical properties of molten metals, thermal undercooling in solidification of pure metals, equilibrium and non-equilibrium solidification and temperature-time curves (T-t)

Solidification of Pure Metals (Nucleation)

- Atomic interactions in liquid and nucleation, classical theory of nucleation in solidification, constrained and unconstrained nucleation mechanism
- Equations governing nucleation and nucleation rate, critical radius and maximum radius of nuclei
- Effective factors, driving force of nucleation and effect factors, inoculation procedure and its application in industry, homogeneous and heterogeneous nucleation rate and governing equations on the nucleation kinetics and its effective factors

Solidification of Pure Metals (Growth)

- Definition of growth and solid fracture, constrained and unconstrained growth mechanisms, effect of temperature gradient (positive and negative) in liquid on growth mechanism
- Liquid/solid interface during growth, interface instability and non-equilibrium (dendritic) structures, preferred crystalline growth orientations and atomic growth rate in dendrites
- Grain types (Equiaxed and columnar) with dendritic or flat grain boundaries, equations governing on the directional and unidirectional growth rates, effect of grain structure (size, number, shape, grain type) on mechanical properties and industrial applications

Solidification of Single-Phase Metal Alloys

- Definition of alloy, solubility limit and solid solution, equilibrium and non-equilibrium solidification during temperature reduction from liquidus line to below solidus line, nucleation and growth mechanism in alloys and its comparison with pure metals

Diffusion and Segregation Phenomenon in Alloys

- Mass diffusion mechanism in molten and solid alloys, expression of segregation phenomena, mass Partition coefficient and mass diffusion coefficient in alloy solidification, lever rule and equilibrium solidification, types of segregation during non-equilibrium solidification

Normal Concentration Segregation (Schelling's model)

- Schelling's model of segregation in the presence of liquid mixing, mass balance law in solidification front and obtaining governing equations for determination of liquid and solid concentration in solidification front
- Effect of segregation coefficient on segregation pattern ($k > 1$, $k < 1$), plotting concentration-solid fraction and temperature-solid fraction profiles

Segregation with boundary Layer (Saturation)

- Segregation with concentration saturation layer model without mixing in liquid, definition of concentration undercooling and segregation coefficient, solving Fick II equations and obtaining equations to determine liquid and solid concentration in solidification front
- Determination of segregation layers on surface and core of ingots, effect of segregation coefficient on segregation phenomenon in ingots
- Determination of equations characterizing undercooling at solidification front, determination of temperature profile of liquid alloy in saturation layer at solidification front, drawing concentration-distance and temperature-distance profiles at solidification front

Factors Affecting Segregation Control in Alloys

- Effect of temperature gradient (G) in liquid and growth velocity (V) on segregation and grain structure of alloys, control of morphology of solidification front using (G/V) parameter and drawing G,V versus grain morphology in alloys
- Application of (G/V) in welding and casting industry to achieve desired mechanical properties

Segregation of Boundary Layer with Partial Mixing in Liquid

- Segregation model with partial mixing in liquid, solving governing equations and obtaining equilibrium to determine liquid and solid concentration of solidification front and its effective factors.
- Industrial applications, types of macro, micro and reverse segregations, which segregations can be resolved in the industry and which are rejected

Types of Solidification of Two-Phase Alloys (Eutectic)

- Types of needle, rod, spherical and lamellar eutectic, morphology and characteristics of eutectics, formation conditions during solidification

Types of Single Crystal Growth

- Bridgman, Czochralski and Chalmers methods, advantages and limitations
- Zone refining and purification methods to reach high purity in ingots

References:

1- D.A. Porter and K.E. Easterling, Phase transformation in metals and alloys (Section: solidification: chapter 4)
2- G.J. Davies, Solidification and casting
3- W.C. Wingard, An introduction to the solidification of metals
4- B. Chalmers, Principles of solidification
5- M.C. Flemings, Solidification processing

Course Title: Mechanical Properties of Materials I

Course Goals:

1. Understanding Mechanical Behavior of Materials Based on Their Microstructure
2. Introduction to Strengthening Mechanisms of Materials by Analyzing Atomic, Crystalline and Phase Structures
3. Introduction to Failure and Fracture Mechanisms of Materials

Course Content

Concepts of Stress - Strain

- A review of stress and strain, principal stresses, and Mohr's circle
- Material behavior under tension, compression and shear, types of stress-strain curves, interatomic forces in crystalline solids and their strength
- Elastic and plastic behavior of materials, determining material properties using stress-strain curves, including strain, upper and lower yield stress, ultimate tensile stress, toughness, elasticity coefficient, elastic modulus, etc.
- Effect of temperature, strain rate and other factors on tensile behavior and deformation of materials

Dislocation Theory and Plastic Behavior of Materials

- Definition of perfect and imperfect crystal lattice in crystalline materials
- Types of crystalline defects: vacancies, dislocations, line defects, interfacial defects, volume defects, grain types and grain boundaries
- Effect of interaction of crystalline defects on properties of materials, analyzing strength of perfect crystals, whiskers and crystals with lattice defects
- Edge and screw dislocations and their nature, dislocation movement and slip under stress, lattice resistance against dislocation motion (Peierls-Nabarro force)
- Observing dislocations, elastic properties of dislocations, intersection of dislocations and their climb, multiplication of dislocations and concept of work-hardening

Crystallography of Slip

- Partial dislocations, slip systems (slip planes and directions), dislocation climb, slip geometry, dislocation motion and slip behavior in response to normal and shear stresses, determining critical resolved shear stress in slip
- Twinning and twin types (mechanical and thermal), effect of twinning on mechanical properties

Mechanical Strengthening Mechanisms of Metals

- Work-hardening in single crystalline and polycrystalline metals, mechanism of work-hardening and plastic deformation of metals
- Ductile to brittle transition under work-hardening, factors affecting work-hardening, effect of work-hardening on mechanical properties
- Mechanism of solid solution strengthening, dislocations interlocking by alloying elements
- Precipitates and secondary phase, interaction of dislocations with precipitates (bypassing and cutting), effect of distribution, size and type of secondary phase on strength of materials, effect of age hardening (precipitation hardening) on strength of materials
- Effect of grain boundary on mechanical behavior and strengthening mechanism, types of grain boundary and their nature, fine-graining and metals strength, effect of grain boundary on nanomaterials and single crystals, introduction to texture and its relation with mechanical behavior of metals

Strengthening using Composites

- Strengthening using fibers (composite fabrication), types of composite (metal, ceramic and polymer matrix composites) and their mechanical properties
- Factors affecting strength of composites, fabrication methods

Introduction to Ceramics and Their Mechanical Behavior

- Mechanical behavior of ceramic materials based on the theory of dislocations, structural properties
- Crystalline and amorphous structures in ceramics, applications and limitations.

Introduction to Polymers and Their Mechanical Behavior

- Mechanical behavior of polymers based on the theory of dislocations
- Structure and type of polymers, crystalline and amorphous polymers, deformation mechanism of polymers

Fracture and Failure of Materials

- Introduction to fracture caused by fatigue - definition, concept and effective factors
- Introduction to fracture caused by high temperature creep, definition, concept and effective factors
- Introduction to brittle and ductile fracture, nucleation and growth mechanism of cracks, concepts and effective factors

References:

1- G.E. Dieter, Mechanical Metallurgy, 3rd Ed. McGraw Hill, USA, 1986

2- Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, Hertzberg, Volume I (Plastic Deformation and Material Strengthening Mechanisms), Translated by AliAkbar Ekrami, Sharif University Press, 2013

3- Mechanical Behavior of Materials, Volume I, Mark Meyers et al., Translated by Jamshid Aghazadeh et al., Amirkabir University Press, 2012

4- Introduction to Mechanical Properties of Materials, Melvin Eisenstadt, Translated by Ali Haerian Ardakani, Academic Publishing Center

Course Title: Mechanical Properties of Materials Laboratory

Course Goals:

1- Practical Acquaintance with Measuring Strength and Mechanical Properties of Materials

2- Developing Skills in Reporting the Mechanical Properties of Materials

Syllabus:

Tensile Test

- Description of tensile test, familiarity with ASTM E8, operation of hydraulic tensile devices and extensometer device and how to work with them, preparation of dumbbell tensile test specimens with flat and circular cross section in accordance with the ASTM E8.
- Performing uniaxial tensile test on steel, cast iron, non-ferrous metal and polymer material, drawing force-distance and stress-strain diagrams and extracting information and mechanical properties.

Pressure Test

- Description of pressure test, familiarity with ASTM E9 and preparation of pressure test specimens according to the ASTM E9
- Performing uniaxial pressure test on metallic (preferably cast iron) and non-metallic samples, comparing cast iron behavior under tensile and pressure, plotting force-displacement and stress-strain diagrams and extracting information and mechanical properties of tested material

Hardness Test

- Description of Brinell, Rockwell, Vickers, Knoop and Miro-hardness, familiarity with standards of hardness measurement: ASTM E10, ASTM E92 and ASTM E18
- Brinell hardness test: ASTM E10 test conditions, device operation, data reading, calculations, error of data and reporting the results
- Rockwell hardness test: ASTM E18 test conditions, device operation, data reading, calculations, error of data and reporting the results
- Vickers and Knoop hardness test: test conditions according to ASTM E92 standard, device operation, data reading, calculations, error of data and reporting the results

Bending Test

- Description of bending test, familiarity with ASTM E290 standard, preparation of three point bending test specimens according to the standard
- Performing three-point bending test on ribbed rebar and ceramics, comparing bending behavior of soft metals and brittle ceramics
- Plotting force-displacement diagrams and calculating tensile strength of brittle materials in bending test

Impact Test

- Description of impact test, familiarity with ASTM E23, preparation of impact specimens according to the ASTM E23
- Performing impact test by Charpy method on specimens with FCC and BCC structures at three different temperatures
- Plotting temperature-absorption energy and comparing absorption energy obtained at different temperatures

Creep Test

- Description of creep test, familiarity with ASTM E139, preparation of creep test specimens according to the ASTM E139
- Performing creep test on solder wire (tin and lead alloy), and polymer
- Comparing creep behavior at different temperatures and stresses applied on solder wire and polymer
- Plotting strain-time curve and calculating creep/strain rate

Fatigue Test

- Description of fatigue test, familiarity with ASTM E466, preparation of fatigue specimens according to the standard, familiarity with servo-hydraulic fatigue devices
- Performing tensile test and extracting required points from stress-strain curve for fatigue test

- Performing fatigue test at 6 points extracted from the stress-strain curve and 2 repetitions
- Plotting S-N diagram given the number of cycles tolerated at each stress

References:

1- G.E. Dieter, Mechanical Metallurgy, Mc.Graw Hill, 1986

2- ASTM E8, ASTM E9, ASTM E10, ASTM E92, ASTM E18, ASTM E384, ASTM E290, ASTM E23, ASTM E139, ASTM E466, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016

Course Title: Materials Chemistry

Course Goals:

1- Introduction to Principles of Quantum Chemistry and its Application in Describing Atomic and Molecular Structure of Materials and Properties

2- Understanding the Relationship between Chemical, Structural, and Molecular Characteristics of Engineering Materials and their Macroscopic Properties

3. Introduction to Organic Chemistry, Polymers and Biomaterials with Emphasis on Materials Engineering Applications

Syllabus:

Introduction

- Definitions; Importance of material chemistry in materials science and engineering

Atomic Structure from a Quantum Mechanics Perspective

- Introduction: Energy Quantization and electromagnetic radiation, atomic spectra, wave-particle duality, photoelectric effect, photon
- Dynamics of microscopic systems: wave functions and Schrödinger equation, uncertainty principle
- Quantum mechanics in practice: a particle in the box, radial and angular wave functions, energy levels of quantum numbers, probability density and atomic orbitals, electron spin, ionization energy and electron affinity

Molecular Interactions and Structure

- Review of covalent bond, Lewis structure, Valence Shell Electron Pair Repulsion (VSEPR) model, Introduction to valence-band theory, hybridization
- Theory of molecular orbitals: electronic arrangements of homonuclear and heteronuclear diatomic molecules, orbitals in polyatomic molecules, polar bonds

Structure of Simple Solids

- Molecular Solids, network solids, metallic solids, ionic solids
- Ionic Solids: Lattice energy and Born-Mayer equation, Born-Haber cycle and effects of lattice energy on properties of ionic solids
- Electrical Properties of Molecules: electric dipole moment, molar polarization and polarizability, interaction of partial charges
- Conductor and Semiconductor Materials: electronic structure of solids, metallic bonding, band structure formation, fermi surface and density of states, conductivity in semiconductors, optical properties of metals, semiconductors and insulating materials, application of semiconductor materials, superconductors, magnetic materials

Glasses and Ceramics: molecular structure, network formers and modifiers, properties of engineering glasses

Introduction to Hydrocarbons

- Aliphatic hydrocarbons (saturated and unsaturated hydrocarbons); IUPAC systematic naming; cyclic hydrocarbons;
- Structural isomers, spatial isomers (geometric isomers and optical isomers); Chiral compounds and optical activity; Physical properties of aliphatic hydrocarbons and its relationship with the bond type
- Reactivity of aliphatic hydrocarbons (substitution reactions, elimination reaction, electrophilic addition); mechanisms of reactions and the role of catalysts;
- Aromatic compounds (Arenes); benzene and its family, naming; reactivity (electrophilic substitution) in Arenes and reaction mechanisms;
- The role of functional group on benzene ring in the rate of electron-substitution reactions

Introduction to Polymers and Biomolecules

- Functionalized Hydrocarbons (haloalkanes, alcohols, ethers, phenols, ketones and aldehydes, carboxylic acids, esters, amines, amino acids and amides) and their systematic naming

- Addition reactions in polymers production; Plastics and their monomers (with general formula of $CH_X = CH_2$); Radical reaction mechanism in addition reactions; Importance of Ziegler-Natta; Isoprene as an interesting example of polymer production by addition method
- Condensation reactions for production of polymers; polyesters and polyamides; Nylons as an interesting example of polymer production by condensation method; Determination of polymers and monomers formulation; Copolymers;
- Properties of polymers; role of polymer chain length and governing intermolecular forces on density, melting point, viscosity and mechanical strength;
- Crosslinking of polymer chains and vulcanization process; Thermoplastics and thermostats;
- Conductive polymers and method of engineering and design of single and double bonds in polymer chain (electrical conductivity)
- Introduction to biomolecules (proteins, carbohydrates and nucleic acids)

Introduction to Coordination Compounds

- ligands, naming, structure and geometry of complexes, isomers, group d metal complexes

Methods of Chemical Synthesis of Materials

- Introduction to co-precipitation, hydrothermal, sol-gel, chemical and physical vapor deposition methods, and nanomaterial synthesis methods

References:

1- Peter Atkins, Loretta Jones, "Chemical Principles - The Quest for Insight", 5th Edition, 2010
2- Shriver and Atkins "Inorganic Chemistry" W. H. Freeman 5th ed. 2009
3- Peter Atkins and Julio de Paula, Physical Chemistry, Part 2 "Structure", 10th Ed., 2014
4- Moore, Elaine A. Smart, Lesley, "Solid state chemistry - an introduction" CRC Press 2012

Course Title: Materials Physics

Course Goals:

1- Understanding Behavior of Electrons in Solids

2) Understanding Basic Concepts of Thermal, Electrical, Optical and Magnetic Properties of Materials

3) Understanding Relationship between Properties and Atomic Structure of Materials

Syllabus:

Introduction

- Reminder of crystal structures and atomic bonds, crystallinity, relationship between structure and properties of materials, pyramids of materials, practical examples

Electrical Properties of Materials

- Band theory and energy bands in solids, Fermi energy, conduction through bands and atomic bonding models (metals, insulators and semiconductors), electron mobility
- Intrinsic semiconduction, concept of semiconduction, non-intrinsic semiconduction (N-type and P-type),
- Factors affecting carriers mobility, Hall effect, Semiconductor devices (p-n junction, diode, transistor, MOSFET, solid state memory and microelectronic circuits)
- Conduction in ionic materials, conductivity of polymers, dielectric behavior (polarization and its types, dielectric displacement, frequency effect on dielectric constant, dielectric materials)
- Superconductivity and piezoelectricity

Thermal Properties of Materials

- Heat capacity and heat absorption methods, Heat capacity models (Dulong-Petit law, Einstein model and Debye model),
- Thermal expansion (metals, ceramics and polymers)
- Thermal expansion and thermal expansion diagram
- Thermal conductivity and its mechanisms (heat diffusion, vibration of crystalline, electronic, etc. network),
- Thermal shock and thermal stress

Magnetic Properties of Materials

- Reminder of basic concepts (magnetic field strength, magnetic induction, flux density and permeability)
- Diamagnetism, paramagnetism, ferromagnetism, antiferromagnetism, ferrimagnetism
- Domains and hysteresis, magnetic anisotropy, soft and hard magnetic materials and their applications, magnetic storage, superconductivity

Optical Properties of Materials

- Electromagnetic radiation, light interaction with solids
- Atomic and electronic interactions, refraction, reflection, transfer, absorption mechanisms
- Color (metallic luster, color of semiconductors), opaqueness and translucency of insulators, luminescence, applications, optical conductivity, lasers, optical fibers

References:

1- Callister, Rethwisch, "Materials Science and Engineering, An Introduction", 8th ed, Wiley, 2009

2- Mary Anne White, "Physical Properties of Materials", 2nd Ed., CRC press, 2012

3- Hummel Rolf E., "Electronic Properties of Materials", 4th Ed., Speringer, 2011

4- Solymar L., Walsh D., "Electrical Properties of Materials", 8th Ed., Oxford, 2010

Course Title: Electrochemistry and Corrosion

Course Goals:

1- Introduction to Thermodynamics and Kinetics Aspects of Electrochemistry
2- Investigation of Corrosion and Oxidation Processes from Theoretical and Technological standpoints
3- Corrosion Prevention Methods

Syllabus:

Introduction

- Definition and importance of corrosion, corrosion cost

Electrochemistry

- Concepts of potential, electromotive series, anodic and cathodic reactions
- Thermodynamics of electrochemical reactions, Nernst equation
- Polarization (activation, concentration, ohmic)
- Tafel and Butler-Volmer equations
- Polarization resistance and Stern-Geary equation
- Wagner theory (mixed potential theory)
- Metal and alloy passivation
- Applications of mixed potential theory
- Electrochemistry in materials engineering including electrowinning, electroplating, electrorefining, batteries and electrochemical cells
- Pourbaix diagrams (general and partial)

Types of corrosion

- Uniform corrosion, Galvanic corrosion, Crevice corrosion, Pitting corrosion, Selective corrosion (De-alloying), Inter-granular corrosion, Erosion corrosion, Fretting corrosion, Cavitation corrosion, Stress cracking corrosion, Corrosion fatigue, Hydrogen damages (blistering, embrittlement, decarburization and hydrogen corrosion)

Protection

- Cathodic protection (thermodynamic and kinetic principles)
- Cathodic protection by impressed current and sacrificial anode
- Anodic protection
- Corrosion inhibitors

Oxidation

- Gas phase oxidation, n-type and p-type oxides
- Kinetics of high temperature oxidation
- Selective, catastrophic and internal oxidation

References:

1- N. Perez, "Electrochemistry and Corrosion Science", 2nd Ed., Springer, 2016
2- Fundamentals of Electrochemical Corrosion, by E.E. Stansbury, R.A. Buchanan, ASM Int., 2000
3- Corrosion Engineering, 3rd edition, by M.G. Fontana, McGraw-Hill, 1987
4- E. McCafferty, "Introduction to Corrosion Science", Springer, 2010
5- R.W. Revie, H.H. Uhlig, "Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering", 4th Ed., John Wiley & Sons, 2008
6- Progress in Corrosion Science and Engineering, Su-Il Pyun, Jong-Won Lee, Springer, 2012
7- Handbook of Corrosion Engineering, 1st edition, by P.R. Roberge, McGraw-Hill, 2000

Course Title: Kinetics of Materials

Course Goals:

1- Understanding the importance of Rate in Materials and Metallurgical processes

2) An introductory to Rate Laws in Chemical and Physicochemical Transformations and Ability to Estimate Rate Law

3) Mechanisms behind Transformations and Ability to Kinetic Modelling of Materials and Metallurgical Processes

Syllabus:

Introduction to Kinetics of Materials

- Definition of kinetics and description the role of kinetics as a complement to thermodynamics, chemical reactions and fundamental concepts in kinetics, homogeneous and heterogeneous reactions in materials and metallurgical processes, role of chemical reaction and mass transport in rate of materials and metallurgical processes

Chemical Kinetics (Kinetics of Single Phase Reactions)

- Introducing reversible, irreversible, series and parallel reactions
- Elementary (simple) reactions and complex reactions
- Effect of concentration on chemical reaction rate:
- Mass action law, introducing reaction degree and rate constant of chemical reaction, graphical methods for estimation of reaction degree and rate constant: integral method and differential method
- Proposing a mechanism for some complex reactions using mathematical form of rate law (intermediate complex, steady state approximation)

Effect of temperature on chemical reaction rate:

- Effect of temperature increase on normal chemical reactions, explosive reactions, biological reactions, rate constant relationship with temperature (Hood empirical relationship, Van't Hoff isotherm, Arrhenius relationship), activation energy relationship with temperature (Maxwell-Boltzmann distribution), chemical transformation from a quantum perspective (collision theory, absolute rate theory)
- Effect of catalyst on chemical reaction rate
- Description of catalyst role in terms of reaction path and energy barrier reduction (Maxwell-Boltzmann distribution), homogeneous and heterogeneous catalysts, properties of a catalyst, introducing effective steps in a catalytic reaction (heterogeneous), introduction to adsorption and heterogeneous reactions

Chemical Kinetics (Kinetics of Heterogeneous Reactions)

- Adsorption phenomenon
- Definition and distinction between adsorption and absorption phenomena
- Introduction to surface: introducing surface defects, description of active sites, and dangling bonds
- Types of adsorption based on energy (physisorption and chemisorption)
- Introducing adsorption models; using concepts of homogeneous reaction kinetics in modeling adsorption rate
- Kinetic modeling of desorption rate: extraction of Langmuir isotherm, Langmuir hypotheses on adsorption isotherm development, competitive adsorption: Langmuir adsorption isotherm in a two-adsorbate system, Freundlich adsorption isotherm
- Kinetic modeling of solid-phase reactions
- Explaining distinctions between single-phase chemical reactions and solid-phase chemical reactions: importance of surface and topochemical characteristics, importance of mass transfer
- Empirical models: parabolic model, first-order rate model
- Geometric models: shrinking volume model, shrinking surface model
- Introduction to mass transfer in chemical systems under diffusion control
- Overview of the first and second Fick's laws, definition of mass transfer coefficient

- Correlation relationships for mass transfer coefficient determination: dimensionless numbers (Re, Sh, Sc, Gr, Pe)
- Mass transfer theories: film theory, penetration theory, surface renewal theory
- Kinetic modeling of solid-phase reactions
- Solid particle-fluid reactions: shrinking core-constant particle size model, effect of temperature and particle size, integration of resistors
- Solid-particle-fluid reactions: shrinking particle model, effect of particle size on mass transfer coefficient

References:

1- Ryan O'Hayre, "Materials Kinetics Fundamentals Principles, Processes, and Applications", Wiley, 2015
2- Octave Levenspiel, "Chemical Reaction Engineering"; Third Edition; Wiley, 1999
3- E.L. Cussler, "Diffusion Mass Transfer in Fluid Systems", 3rd Edition; Cambridge University Press; 2007
4- James E. House, "Principles of Chemical Kinetics" Academic Press, 2007

Course Title: Materials Characterization and Analysis Techniques

Course Goals:

1- Introduction to The Principles and Basics Governing Analysis Methods
2- Introduction to Analysis and Characterization Methods
3- Ability to Choose Appropriate Method of Analysis

Syllabus:

Introduction to Material Analysis and Characterization

- Importance and position, definition of analysis science
- Safety in laboratory work
- Taking notes in laboratory work
- Classification of analysis methods (quantitative and qualitative, physical and chemical)
- Analysis process (sampling, sample preparation, analysis, data collection, calculation and reporting the results)
- Analysis technique vs. analysis skills (difference between instrumental analysis techniques and performing tests in accordance with common standards and protocols, advantages and limitations of instrumental analysis techniques)

An Introduction to Statistics

- Definitions and agreements (mean, median, mode, standard deviation, variance, errors, data distribution, confidence level, data rejection or acceptance criterion)
- Accuracy, precision and calibration
- Reporting numbers using tables and charts, types of charts
- Introduction to reporting

Mass Measurement

- Mass, weight, scale (types of balance)
- Importance of calibration and maintenance of balance

Introduction to Titration

- Position, definitions and introducing necessary tools, solution preparation
- Stoichiometric calculations in titration reactions
- Standardization using a standard solution
- Analyte percentage calculations
- Quadruple titrations in the form of practical examples, limitations (limit of detection, interferences)

Introduction to Instrumental Analysis

- General principles of analysis using electronic tools (standard sample, calibration curve, electronic instrument, electronic signal reading)
- Sensors, signal processor, reading and power supply
- Analysis tool calibration
- Linear correlation relationships, least squares method, correlation coefficient

Overview of Spectrochemical Methods

- General principles of analysis using electronic tools (standard sample, calibration curve, electronic instrument, electronic signal reading)
- Spectrochemical methods; methods based on optical absorption and optical emission spectroscopy
- Light properties (wavelength, speed, frequency, energy and wave number), electromagnetic spectrum
- Refractometry principles, absorption, emission, and transmission of light, Beer's law, effect of concentration on the spectrum

U**V-Vis Spectroscopy and Molecular IR**

- Tools and equipment of UV-Vis spectroscopy, source, wavelength selection (absorption filters, monochromators), sample part (single-beam spectrophotometer), detectors, cuvette selection, interferences, deviations and their eliminations
- Instruments and equipment of IR and FTIR spectroscopy, sampling (liquid state, solid state), KBr tablets, reflection methods, simple basics and bases for interpretation of IR spectra

Atomic Absorption Spectroscopy

- Comparison with UV-Vis spectrometry
- Flame atomic absorption: flame and flame process, spectral lines sources, premix burner, optical path, technical issues and applications (spectral lines and slits, standard linear and nonlinear curves, lamp adjustment), interferences, safety and maintenance
- Atomic absorption with graphite furnace: advantages and limitations
- Inductive coupled plasma
- Sensitivity and limit of detection

X-ray Fluorescence and Elemental Analysis in Electron Microscopes

- Position and purpose of the analysis
- Reminder of quantum numbers, selection rules, allowed electronic transmission
- EDS and WDS detectors
- Important applicable points of XRF analysis and electron microscopes
- Extractable information from elemental analysis in electron microscopes

X-ray

- Position and purpose of the analysis, a review of naming crystal planes, family of planes and zonal plane
- X-ray diffraction spectroscopy, Bragg equation, Scherrer equation, structure factor and unauthorized reflections
- Devices and applications, reciprocal lattice
- Electron diffraction
- Extractable information from diffraction, limitations

Microscopy

- Position and purpose of microscopy
- Resolution and depth of field, lens aberrations
- Types of optical microscopes and comparison with other types of microscopes
- Transmission Electron Microscopy (TEM)
- Scanning Electron Microscopy (SEM)
- Scanning Probe Microscopy (SPM)
- Extractable information, distinctions, limitations

Thermal Analysis

- Position, basics and principles
- Differential Thermal Analysis (DTA), Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Thermogravimetric Analysis (TGA)
- Tools, equipment and instrumental principles
- Extractable information from curves

Surface Analysis

- Position and purpose of the analysis
- Principles and basics
- Porosity, specific area (BET)

Particle Size Measurement

- Microscopic methods (optical microscopy, electron microscopy)
- Screening analysis
- Settlement techniques (Stokes Law)
- Laser scattering techniques (laser diffraction analysis, photon correlation spectroscopy)
- Comparison of methods, applications, limitations and advantages

References:

1- John Kenkel, Analytical Chemistry for Technicians, 4th ed., CRC Press, 2014

2- Pirooz Marashi, Saeid Kaviani, Hossein Sarpooleky, Alireza Zolfaghari, Principles and Applications of Electron Microscopes and New Methods of Materials Analysis, Nanoscience Characterization Tools, Iran University of Science and Technology Press, 3rd Edition, 2012
3- F. Golestani Fard, M. Bahrevar, A. Salahi, Materials Characterization and Analysis Methods, Iran University of Science and Technology, 2004
Resources for further reading:
4- B. D.Cullity, S. R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, 3rdEd., Pearson Education International, 2001.
5- P. J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland, Electron Microscopy and Analysis, Taylor and Francis, 2001.
6- Y. Leng, Materials Characterization, Introduction to Microscopic and Spectroscopic Methods, 2nd Edition, Wiley-VCH, 2013

Course Title: Internship

Course Goals:

1- Acquaintance with the work environment and Job Description of an Engineer, and Experience of them

2- Achieving Skills of Professional Communication with Human Resources

3- Experience and Building Attitude toward Problem Solving in the work environment

Syllabus:

Location and Registration Requirements

Students can apply for internships from the summer of the third year. Registration of the course in the portal is required. One or more industrial units are designated as candidates, and one internship unit is selected and approved after the consolation with a professor in charge of the internship. The type of activity of the traineeship must be in accordance with materials engineering and preferably in areas such as manufacturing, research, engineering, executive or service affairs.

The Procedure of Registration

The bureaucratic office process begins with a visit to the professor in charge of the internship, five months before the internship. The following steps should be performed:

1- Determining the unit of the internship. Each year the college receives quota from companies that the students can take advantage of these quotas either.

2- Visiting professor in charge of the internship for receiving the initial introduction letter.

3. Submitting the introduction letter to the determined unit and receiving an acceptance confirmation letter.

4. Submitting the confirmation letter to the professor in charge of the internship and receiving final introduction letter for internship initiation. At this stage, a specialized professor is also appointed.

5- Enrolling in college education office to receive internship course and register the course in the portal.

6- Referring to the internship unit, submitting the final introduction letter and initiating the course.

7- Receiving a confirmation letter from the internship unit regarding internship accomplishment by mentioning its duration and filling other forms after internship course termination.

8- Submitting reports and other forms to the professor in charge of the internship.

9- Evaluating report and performance during the course by the specialized and in charge professors.

Tips and Questions

The following points should be considered in this course:

1- Product of industrial unit (product map, efficiency and materials).

Process flow chart.

2- Production capacity, number of personnel, equipment and management / QA.

Describe the trainee's duties and communication with the supervisor.

3. Standards and methods of quality control.

4. Challenges and problems of the industrial unit.

5. Suggesting ideas to solve existing problems.

Reporting

Two types of reports should be prepared during this period:

1- "Daily Report" written by hand in trainee notebook. This notebook is provided by the industrial liaison office of the university and is delivered at the beginning of the course.

2. "Final Report" prepared by using daily reports in accordance with the internship report writing procedure. Therefore, this procedure should be studied before starting the internship.

References:

1- Reza Safabakhsh, Research and Presentation in Engineering, Amirkabir University of Technology Press, 2013

2. Procedure of Internship Report Writing.

Course Title: Bachelors of Science Project

Course Goals:

1- To achieve Knowledge and Skills for Effective Participation in Industrial and Research Projects

2- To get Experience and Skill in Searching and Reviewing in the Scientific Literature, Targeted Study on the Subject, Documentation and Reporting Scientific Documents

3- To get Knowledge and Experience in Problem identification and project planning, Scheduling, and Research Methodology

Syllabus:

Phase Zero: Project Identification

- Consultation with professors, selection of supervisor(s), study of procedures and educational regulations
- Identification of need and general purpose, consultation and visit, preliminary studies
- Overall planning the project, feasibility and overall research method
- Documentation (Proposal Draft)
- Approval of the subject and the title, administrative procedure and support

Phase One: Project Design

- Problem identification, quantitative goal (objective), known and unknown, geometry, physics and materials, assumptions
- Research method: identification of parameter, design of number of samples and experiments, design of analysis method, design of evaluation method
- Executive planning, work packages list, checklist, Gantt chart, estimation

Documentation (Executive Proposal)

Proposal approval (Proposal) and regulations

Phase Two: Project Implementation

- Searching and studying the literature
- Documentation (Chapter 2 of the Thesis: Literature Overview)
- Sampling and modeling
- Running Experiments and simulations
- Data processing
- Documentation (Chapter 3 of the Thesis: Research Method)
- Extracting the results and discussion
- Documentation (Chapter 4 of the Thesis: Results and Discussion)

Phase Three: Project Evaluation

- Checklist of evaluating workflow and the results
- Documentation (Chapter 5: Summary and Chapter 1: Introduction)
- Editing thesis, seminar slides and final reports
- Thesis defense and referee, publication
- End of the project

Notice:

Registering the Course: The bachelor project course can be consummated after the prerequisites are met, under the guidance of one or two supervisors and for a maximum of two semesters. It is mandatory to read and follow the guidelines and/or procedure announced by the Department of Education in order to obtain the course and procedures.

Important Dates: Important project dates (start date, end date, approval deadline, and defense deadline) should be identified, considered and managed to be met.

Course Content: The course content of the project (apart from educational regulations), as introduced, would consist of four general sections (four phases). According to the supervisor and depending on the subject, by keeping the goals, the overall structure of the project may vary, although the four general

phases mentioned and the stages of work are usually independent of the subject and are similarly followed in most projects.

Subject: The subject and the title of the project are identified and designed according to the supervisor advice.

Output: The output of the bachelor project consists of two sections: Skills and Documentation. According to the stated goals, the skills and experience obtained by the student and his/her bachelor thesis are prioritized. Project subjective and objective results are not a priority in evaluation and assessment of the project output, although good scientific results are appreciated.

Evaluation: Evaluation of the undergraduate project is done by the rubric method, according to the attached table.

References: NA

Program Specific Courses

Course Title: Principles of Metal Production I

Course Goals:

1- Pyrometallurgical and Hydrometallurgical Principles of Production, Refinement and Recycling of Metals and Metal Compounds

2- Introduction to Metal Production Technologies

Syllabus:

General Content

- Overview of metal production: history and position, market of metals and metal compounds, environmental impact of metal production, flow sheets of metal production
- Reminding the practical concepts of chemistry, thermodynamic principles (equilibrium) and kinetic principles (rate and mechanism) required in production processes
- Introduction and classification of metal production reactors, basic principles of heat and mass balance and stoichiometry
- Familiarity with mineralogy of important metal compounds

Charge Preparation Processes

- Physical pretreatments: introducing concentration techniques and charge preparation and agglomeration processes
- Chemical pretreatments: calcination and roasting processes-chemical pretreatment: technological and thermodynamic considerations (stability diagrams)

Pyrometallurgy

- Thermal reduction: technology and thermodynamic principles, Ellingham-Richardson diagrams Boudouard reaction, carbothermic reduction, metallothermic reduction and reduction by hydrogen
- Matte making and conversion, application and technology, thermodynamic principles
- Physical and chemical properties of slags
- Thermal refinement and metal production: metal/slag, gas/metal, and metal/metal reactions in metal refinement

Hydrometallurgy

- Leaching as a separation process: thermodynamic/kinetic considerations, implementation methods
- Refinement / concentration / purification of aqueous solutions: chemical deposition, cementation
- Refinement / concentration / purification of aqueous solutions: solvent extraction, activated carbon

Electrometallurgy

- Electrowinning
- Electrorefining

Practical Examples

- Flow sheet of iron production by direct reduction and blast furnace methods, steel production (converter and electric arc furnace)
- Flow sheet of copper production and refinement by pyro- and hydro-metallurgy methods
- Flow sheet of aluminum production by Bayer method
- Flow sheet of zinc and lead production by pyro- and hydro-metallurgy methods
- Innovational methods in metal production

References:

1- Principles of Extractive Metallurgy, Terkel Rosenqvist, McGraw-Hill, 1983,

2- M. Shamsuddin, Physical chemistry of metallurgical processes, Wiley 2016

3- Alain Vignes, “Extractive Metallurgy, Vol 3. Processing Operations and Routes”, Wiley, 2011

Course Title: Introduction to Manufacturing Processes

Course Goals:

1- Introduction to Manufacturing Processes of Engineering Components

2- Introduction to Manufacturing Processes from Materials Science Point of View

3- Introduction to and Understanding of the Application of Materials Pyramid (Performance, Properties, Composition and Structure, Processing) in Manufacturing of Engineering Components

Syllabus:

Section 1: Introduction to Design and Manufacturing Methods

Introduction:

- What is production? What is product design? What is concurrent engineering? What is conceptual design of the component? What is reverse engineering? Introduction to design and manufacturing methods of components

An Overview of Manufacturing Steps:

Shaping:

- Primary shaping (definitions and methods, ingoting, profiling, sheeting), secondary shaping (types and methods, casting and forming, sheet working, forging, powder methods, rapid prototyping)

Machining:

- Machining methods, tolerances

Joining:

- Methods of joining components, permanent and temporary joints, joining processes (welding, soldering, mechanical joining, chemical joining, etc.), comparison of methods, cost of joining methods, joints life, joints economy

Finishing:

- Finishing techniques and technology, surface technology, surface roughness, friction, wear, lubrication, surface treatment, cladding, heat treatment, coatings

Overview of Design Method:

- Component Design (industrial design, mechanical design, material design, process design)
- Materials Selection (efficiency, screening, rating and optimization, evaluation)
- Process Selection (identification, screening, ranking and optimization, evaluation)
- Process Design for Structure (materials pyramid: performance, properties, structure, process)

Section 2: Manufacturing Processes

Casting:

- Introduction, casting processes, design considerations (advantages and limitations), casting equipment and tools, introduction to model design and casting mold, introduction to design of casting runner and riser, polymers and ceramics casting

Forming:

- Processes (rolling, forging, extrusion, drawing, sheet forming), geometrical considerations, flat rolling process (roller force and rolling torque and power, rolling defects), rolling process of sections, forging process (types, open mold and closed mold, forging capability of metals, forging defects, forging economy), extrusion (cold and hot types, pressure force and material flow, extrusion defects, equipment, design considerations), drawing (processes, mold, drawing force, equipment, defects, design considerations),
- Sheet forming (cutting and punching, punching mold, bending, bending force, deep drawing, economic considerations), powder forming (equipment, cold and hot press, powder forming engineering materials, powder metallurgical economics considerations), rapid prototyping (processes, modeling, prototyping, assembly, advantages and limitations), manufacturing tools (familiarity with die, die components, punch and matrix, bending die, cutting die, drawing die, forging die, extruding die, familiarity with die design)

Machining:

- Basics of machining, map reading, tolerances, machining and cutting, machining force, tools, machining capability, cut, piercing, drilling, sawing, grinding, advanced CNC machining, considerations

Welding:

- Fusion welding (flame welding, arc welding, resistance welding, laser welding, etc.), solid state welding (friction welding, friction-stir welding, explosive welding, diffusion welding), design and selection of welding method, welding qualitative tests, welding economy

Surface Engineering and Heat Treatment:

- Surface roughness, surface structure, abrasion, blasting, heat treatment principles, processes, hardenability, TTT and CCT diagrams, heat treatment cycles

Section 3: Process Selection, Cost and Quality

Process Selection:

- Process selection methods, process for properties, selection criteria of manufacturing method, multi-criteria decision making, systematic process selection (identification, screening, rating and optimization, evaluation)
- Process selection based on the lowest cost of production, optimization

Metrology Engineering:

- Component defects in manufacturing

Quality Management:

- Introduction to QA, QC and TQM, quality assurance (QA), total quality management (TQM), ISO 9000 and QS standards on component quality, quality concepts and statistical methods, calibration, non-destructive testing
- Industrial automation (automation in manufacturing and production, managing and handling of materials, numerical control, sensor technology, industrial methods for temperature control, computer-aided manufacturing, integrated production systems using computers

Estimation of Process Cost:

- Business cost management in manufacturing (introduction to business plan, financial estimation of manufacturing processes, financial comparison of forming methods of components

References:

1- Kalpakjian, Schmid, Manufacturing Engineering and Technology, 7th ed., Pearson, 2014.
2- M.F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, 4th ed., 2011
3- R. Creese, “Introduction to Manufacturing Processes and Materials”, CRC press, 1999
4- Beddoes, M.J. Bibby, Principles of Metal Manufacturing Processes, Elsevier, 1999.
5- H.N. Gupta, R.C. Gupta and Arun Mittal, Manufacturing Processes, 2nd Ed., New Age International Publisher, 2009.
6- Mikell P. Groover, “Introduction to Manufacturing Processes”, Wiley, 2012
7- D. C. Montgomery, 6th ed. Introduction to Statistical Quality Control

Course Title: Advanced Materials

Course Goals:

1- Introduction to Advanced Materials, Manufacturing Processes, and Applications of Advanced Materials with an Emphasis on Optical, Electrical, and Magnetic Properties

2- Becoming Familiar with Properties of Advanced Materials for Material Selection in a Particular Application

Syllabus:

Introduction

Introduction to advanced materials, classification, manufacture methods and applications

Electronic Materials

- Introduction, classification of electronic materials, semiconductor materials, dielectric materials, ferroelectric, piezoelectric, pyroelectric materials, properties and applications

Magnetic Materials

- Introduction to magnetic properties, classification, diamagnetic materials, paramagnetic materials, superparamagnetic materials, ferromagnetic materials, antiferromagnetic materials, hard and soft magnetic materials, properties and applications

Composite Materials:

- Types of classification, reinforcing materials, matrix materials, reinforcement mechanisms, manufacturing processes, physical and mechanical properties and applications, cermets

Cellular Materials

- Introduction and classification of cellular materials, fabrication methods of cellular materials, characterization and properties of cellular materials, metal foams and applications of cellular materials

Biomaterials

- Introduction and classification, structure, synthesis, properties and applications of metallic biomaterials, polymeric biomaterials, ceramics biomaterials and biocomposites

Nanomaterials

Introduction, synthesis, classification and types of nanomaterials, introduction of nanostructures and production methods, characterization and properties of nanomaterials, some applications of nanomaterials

Superalloys

- Introduction and classification of superalloys, Nickel and Cobalt based superalloys, Iron-Nickel based superalloys, strengthening mechanisms, effects of chemical composition, identification of phases and applications

Carbon Materials

- Introduction and classification, structure and bonds in carbon materials, graphite, diamond, fullerene, nanotubes, graphene, types of carbon fibers, properties and applications

Metallic Glasses

- Introduction, principles of crystallization behavior, glass-forming capability of alloys, manufacturing methods, properties and applications

Fibers

- Introduction and classification of fibers, pitch-based and PAN-based carbon fibers, glass fibers, Boron fibers, organic fibers and ceramic fibers, properties, manufacturing methods and applications

Hard Materials

Hardmetals, tungsten carbides, structure, properties, synthesis and applications

Smart Materials

- Introduction of smart materials, memory effects, superelasticity, NiTi alloys, applications of memory alloy

References:

1- Advanced Structural Materials: Properties, Design Optimization and Application", Edited by Winston O. Soboyejo and T.S. Srivatsan, Taylor & Francis, 2006.

2- "Advanced Materials", Mohammad Ebrahim Ebrahimi, Hamed Kipour, Danesh Pooyan Javan Press, 2014.
3- "Electronic, Magnetic, and Optical Materials", P. Fulay and J. K. lee, Taylor & Francis Group, 2017.
4- "The Superalloys: Fundamentals and Applications", R. C..Reed, Cambridge University Press, 2008.
5- "Handbook of Cellular Metals: Production, Processing, Applications", H. P. Degischer, B. Kriszt, Wiley-VCH, 2002.
6- "Introduction to Biomaterials", D. Shi, Tsinghua University Press, 2006.
7- "Bulk Metallic Glasses", C. Suryanarayana and A. Inoue, Taylor & Francis Group, 2011.
8- "Fibers and Composites", P. Delhaès, Taylor & Francis, 2003.
9- "Carbon Materials for Advanced Technologies", T. D. Burchell, Elsevier Science Ltd, 1999.
10- "Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications", A. S. Edelstein and R. C. Cammarata. 1998.

Course Title: Heat Treatment

Course Goals:

1- Introduction to Types, Applications and Processes of Heat Treatment in Producing Metal Components

2- Developing Skill in Applying Isothermal and Continuous Cooling Curves (TTT and CCT) and Relating Microstructure to Properties of Metals

3. Developing Basic Skill in Designing Heat Treatment Cycles to Improve Properties of Metal Components

Syllabus:

Introduction

- Iron-carbon diagram, types of phases and phase structures in steels
- Types of solid-state phase transformation and examination of structures and their formation, including: eutectoid, pre- and post-eutectoid, perlite, martensite and its types, ferrite and its types, bainite and its types, sorbit and trostite transformations

Time-Temperature-Transformation Phase Diagrams (TTT and CCT)

- Isothermal transformation (IT) diagrams, drawing principles and practical application, examples
- Non-isothermal (CT) diagrams, drawing principles and practical application, examples
- TTT diagrams of eutectoid, pre- and post-eutectoid carbon steels, TTT diagrams of alloy steels, application of CCT diagrams based on cooling rate of components, effect of cooling rate on formation of equilibrium and non-equilibrium structures

Heat Treatment Processes for Formation of Equilibrium Structures

- Concentration homogenization and grading, annealing (isothermal and complete) and normalization, sphericalization in steels, tempering
- Stress relieving, recovery, recrystallization, mechanical properties and microscopic structure of steels and cast iron

Hardness and Hardenability

- Martensite hardness, hardenability capability, hardness distribution in heat treated components, effective parameters on hardenability
- Jominy test for hardness determination, hardness quantity, design of hardenability depth, hardenability application in industry

Austenite and Martensite in Steels

- Austenite formation, grain size control of austenite, residual austenite, effect of alloying elements and Schaeffler diagram, austenite properties, effect of austenite phase on mechanical properties, austempering treatment, effect of stresses resulting from austenite transformation, technical notes on producing austenitic structure and austenitic steels by means of CCT diagrams
- Martensite, tempered martensite, effect of carbon and alloying elements, effect of martensite phase on mechanical properties of steels and cast irons, embrittlement phenomenon, secondary embrittlement, thermal embrittlement, nitride embrittlement, martempering, quenching methods for producing martensitic structure and related technical-engineering tips, role of martensitic transformation stresses on properties of components, design of martensitic structure using CCT diagrams

Surface Hardening

- Hardening by changing chemical composition of component surface: carbonization, nitriding, carbonitriding, surface hardening of steels, surface hardening environments and baths, effect of alloying elements, design of surface hardening depth and surface hardening inhibitors
- Hardening without chemical composition change, casehardening steels, induction hardening, flame hardening and laser hardening methods

Practical Points in Heat Treatment Process

- Heating environments, baths, working atmospheres, types of heat treatment furnace, controlling cooling and heating rates, multi-cycle processes

- Cooling environments, technical notes on heat treatment of alloy steels and tool steels, review on additional symbols on heat treated steels, heat treatment of bulky and thin-walled components, solutions for thermal stress and buckling reduction of components, common defects in heat treatment and prevention procedures

Introduction to Heat Treatment of Cast Irons

- Types of cast iron, cast irons susceptible to heat treatment, common heat treatment cycles of cast iron, advantages, limitations and potential defects
- Design of graphite structure and matrix phase of cast irons using CCT diagrams, conversion of non-equilibrium structures to equilibrium structures and its effect on mechanical properties of cast irons, effect of microstructure relationship and heat treatment cycle on mechanical properties of cast irons

References:

1- M. A. Golozar, Heat Treatment of Steels and Cast Irons, Isfahan University of Technology Press, 1993
2- G. Krauss, Heat Treatment and Process Principles, ASM International, 1990
3- Heat Treatment Guide, ASM International, 1996
4- Anil Kumar Sinha, Ferrous Physical Metallurgy, McGraw-Hill, 2003

Course Title: Principles of Materials Forming

Course Goals:

1- Introduction to Principles and Methods of Analyzing Metal Forming Processes
2- Using Energy and Equilibrium Equations in Analyzing Materials Deformation Processes
3- Introduction to Deformation Behavior of Materials

Syllabus:

Introduction

- Introducing different manufacturing processes, comparing forming method, advantages and limitations, introduction to forming methods, classification of forming methods based on stress modes, force applying tools: press and hammer, advantages and disadvantages

Theory of Plastic Deformation

- Definition of stress tensor, principle stresses, hydrostatic and reduced stresses and related relationships, true and engineering strain, Tresca and van Mises yield criteria in 2D and 3D states, yield planes, role of hydrostatic stress and reduced stresses in yield, Prandtl-Reuss and Levy-Mises equations

Plastic Instability

- Plastic deformation instability in uniaxial tension, balanced biaxial tension, thin-walled sphere under internal pressure, thin-walled cylinder under internal pressure, Bulge test

Forming tests

- Definition of standard tests, tensile test, true and engineering curves, uniaxial compression test, compression test in plane-strain state, Bulge test

Introducing Methods for Analyzing Metal Forming Processes

- Ideal working method, slab method, upper limit, slip line field, visioplasticity, numerical methods such as finite element method

Metallurgy of Materials Forming

- Work hardening, Effect of temperature and strain rate, cold, warm and hot forming, static and dynamic recrystallization and recovery

Forging

- Types of forging, forging machines and molds, flow pattern and force and pressure analysis, design principles of forging, defects of forging

Extrusion

- Types of extrusion, metal fluidity in extrusion, force and pressure analysis in extrusion, defects of extrusion

Drawing

- Types of drawing (wire, strip, tube, ...), force and pressure analysis in wire drawing process, different methods in tube drawing, force analysis in tube and strip drawing, friction and extra work, defects of drawing

Rolling

- Types of rolling, rolling equipment and lines, mathematical analysis of rolling, force and pressure analysis in flat rolling, rolling defects and rolling products, rolling of sections

Modern Metal Forming Processes

- Explosive shaping, laser shaping, etc.

References:

1- W.Hosford and R.Caddell, Metal forming, Mechanics and Metallurgy, 2011
2- G.Rowe, Principles of Industrial Metalworking Processes, 1977
3- K.Lange, Handbook of Metal Forming, 1985
4- G.Dieter, Mechanical Metallurgy, 1988

Course Title: Casting

Course Goals:

1- Introduction to Casting Equipments, Methods and Processes

2- Introduction to The Principles and Methods of Casting Design

3- Developing Skills in Detail Design of Casting

Syllabus:

Background and Situation of Casting Processes in Manufacturing

- Background, definitions and Situation of casting processes in engineering, importance of casting in the pyramid of materials science and engineering, familiarity with casting processes as a metal production method

- Common terms in casting industry and various units of a casting workshop, Process Flow Diagrams, ingot and continuous casting, shape casting, pattern, mold, and pattern and mold separation surface

Types of Casting Methods

- Types of casting in sand molds, including: wet and green sand mold casting, CO_2 sand casting, precision casting, ceramic shell casting, plaster casting, cement casting, stencils casting, LFC/EPC sacrifice model casting, vacuum casting (V-process), etc.

- Types of casting in metallic molds, including: centrifugal casting, die casting, LPDC and HPDC, cold and hot chamber, low pressure casting, gravity metallic mold casting, squeeze casting, semi-solid casting, up-casting, hollow shell casting, pig-casting (batch) and continuous casting

Preparation of Melt and Melting Furnaces

- Types of melting furnaces, melt preparation and melt treatment operations, including: melt gas removal (suction, vacuum, degasser, etc.), using modifiers and melt inoculation for fine-graining or phase deformation to enhance casting part quality, slagging and slag making, melt alloying and charge calculation, charge optimization

Moulding Materials in Casting and Tests

- Types of casting sands and sources, properties and application of sand casting and mold sand requirements, types of adhesives (inorganic, organic, natural) and their properties, catalysts

- Sand tests, including: sieve tests and analysis, mesh number, fineness number, sand grain- size and grain distribution diagrams, sand morphology, specific surface area, coefficient of angularity COA, Darcy's law and sand permeability test, sand drop test, sand core strength test (shear, bending, tensile), sand moisture and soil content, sand refractoriness test

Detail Design of Casting

- Heat flow during metal casting, calculation of casting modulus, Chvorinov's rule and calculating solidification time, definition of riser, types and tasks of risers

- Riser design, Riser requirements, Risering based on solidification time, contraction and shrinkage during casting, relationship between part and riser modulus, different methods of determining the number, dimensions, and location of risers, efficiency and performance of riser

- Gating system design, including: laws of fluid mechanics in casting, calculation of pouring time, definition of gating system, types and components (sprue and runner and gate), Types of gating system, selection and design of gating system, calculation of cross-sectional area of gating components, mold drawing with riser, gating and other requirements

Quality Control of Casting Parts Defects

- Types of defects in casting parts and structures, defects with melt origin, defects with moulding materials origin, defects with solidification origin, defects with post-solidification cooling origin, familiarity with coding casting defects according to the American Founders Association (AFS)

- Cause and effect analysis of casting defects, strategies to resolve casting defects.

References:

1- Richard W.; Carl R. Loper, & Philip C. Rosenthal Heine," Principles of Metal Casting and Practice, 2003, 2nd ed. McGraw-Hill

2- R.W. Ruddle., K. Strauss "The solidification of casting", Applied science in the casting of metals.

3- Morad Salimi, Advanced Principles of Casting Models and Molds Design, Casting Society Press
4- Moulding Materials for Metal Casting, Mohammad Hossein Fathi, Isfahan Industrial Press
5- ASM Handbook Vol: 15, Castings. ASM ؛ Casting Design and Performance, ASM International
6- Baghani, Bahmani, Mirbagheri and Davamii "Simulation in Casting Processes" - 2017, Tehran AmirKabir Press

Course Title: Welding and Joining of Materials

Course Goals:

1- Introduction to the Joining Methods of Materials (Mechanical, Metallurgical and Chemical)
2- Introduction to the Principles of Metallurgical Processes (Fusion, Solid State and Soldering)
3. Introduction to the Fusion Welding and Different Joining Methods of Ceramics and Polymers

Syllabus:

Introduction

- History of Joining
- Importance of joining

Joining Methods of Materials

- Mechanical joints (screws, pins, rivets, punches, etc.)
- Adhesive bonding (adhesive components, types of adhesives, applying procedures and applications)
- Welding (Definition, evolution, classification of welding processes and its principles)
- Comparison of the three methods (advantages and disadvantages)

Fusion Welding Processes

- Principles (types of electrodes, welding protection principles, heat source intensity or energy density)
- Qxy-fuel (flame) welding processes
- Arc welding processes (arc definition, SMAW, GMAW, FCAW, SAW, GTAW)
- Resistance welding processes (RSW, RSEW)

Solid-State Welding Processes (FRW, DFW, CW, USW)

Brazing and Soldering

Principles of Welding Metallurgy

- Heat transfer and heat cycles
- Weld microstructural zones
- Solidification in molten weld pool
- Recrystallization, grain growth, precipitation, precipitate growth in the heat-affected zone
- Welding defects (cracks, cavities, inclusions, lack of melting and diffusion, inappropriate shape) and how to avoid them

Welding Metallurgy of Metals and Alloys

- Introduction to steel
- Problems and solutions of steel welding
- Introduction to aluminum alloys
- Welding metallurgy of aluminum and its alloys and solutions

Joining of Non-Metallic Materials

- Joining of ceramics and glasses (types of mechanical, adhesive, soldering and welding methods and their comparison)
- Joining of polymers (general methods, joining of thermostats and thermoplastics)

References:

1- Weman K., Welding Process Handbook, Abington, 2003.
2- Messler R. W., Principles of Welding, Wiley-VCH, 2004.
3- ASM, Metals Handbook, Vol. 6.
4- AWS, Welding Handbook, Vol. 2 and 4.
5- Lancaster J. F., Metallurgy of Welding, 6th Ed., Abington, 1999.

Course Title: Design and Selection of Materials

Course Goals:

1- Introduction to The Types of Engineering Materials and Extracting Their Properties from Standard Sources

2- Introduction to Standard designation of Materials, Material Selection Charts and Calculation Skills of Engineering Materials Selection

3- Developing Attitude and Understanding of Materials Design for Manufacturing Engineering Components Based on the Standard Concept

Syllabus:

Classification and Properties of Engineering Materials

- Different groups of engineering materials based on, physical, mechanical, chemical, thermal, electronic and optical properties
- How to extract properties of engineering materials from references, standard sources and related websites.

Design in Engineering Materials Selection

- Definition of engineering component and its concepts, definition of design and its concepts, how to design an engineering component, design methods in engineering, identification cycle, conceptual design, accurate design, design steps, direct and reverse engineering techniques in materials design and selection
- Design with the help of the pyramid of materials science and engineering (manufacturing processes, materials, structure, properties and performance)
- Identifying design constraints and requirements for selecting engineering materials along with examples, applications and materials selection software

Engineering Materials Selection Methods

- Identification of material properties and determination of material indices based on the application of engineering components
- Familiarity with material selection charts, material indices, dimensionless material price, how to work with material selection charts and optimizing selections based on requirements and constraints.
- Introducing and teaching the use of materials selection software, examples and industrial applications.

Familiarity with Different Metal Groups and Their Engineering Applications

- **Ferrous Metals:** Reminder of iron-carbon diagram, definitions, classification and applications
- **Steels:** non-alloy and alloy steels, standard designation of steels (DIN, ASTM, AISI, etc.), determining properties and application scope of steels using related standards and softwares, limitations and requirements for steels selection
- **Cast Irons**: Identification and classification of non-alloy and alloy cast irons, standard designation of cast irons, determining properties and engineering application scope of cast irons using related standards and softwares, limitations and requirements for cast irons selection
- **Nonferrous Metals**: light metals (magnesium, aluminum, etc.) and heavy metals (copper, tin, lead, nickel, gold, etc.), standard designation, engineering properties and applications, limitations and requirements for nonferrous metals selection

Familiarity with Non-Metal Groups and Their Engineering Applications

- **Ceramics:** Types of ceramics (oxide ceramics, nitride ceramics, silicon ceramics), standard designation, engineering properties and applications, limitations and requirements for ceramics selection
- **Polymers:** Classification of polymers (thermosets, thermoplasts, elastomers), standard designation, engineering properties and applications, limitations and requirements for polymers selection
- **Hybrid Materials:** wood, composites (MMC, PMC, CMC) and cermets, standard designation, engineering properties and applications, limitations and requirements for hybrid materials selection

Introduction to Advanced Engineering Materials

- **Electronic Materials**: Introduction, types, properties and applications
- **Electroceramics**: Introduction, types, properties and applications

- **Future Materials**: Types, properties and applications
References: 1- M.F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, 4th ed., 2011 2- Mahmoud M. Farag, Materials and Process Selection for Engineering Design, Third Edition - CRC Press Book 3- Myer Kutz, Handbook of Materials Selection, John Wiley & Sons, 2002 4- Askeland, The Science and Engineering of Materials, 6th ed, 2006 5- Bruce P. Bardes, Metals Handbook, Vol. 1: Properties and Selection- Irons and Steels, 9th Edition, 2003 6- ASM Handbook Volume 2: Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials, 10th Edition,2008 7- Budinski, Engineering Materials, Properties and Selection, 8th ed., Prentice Hall, 2005

Course Title: Recycling of Metallic Materials

Course Goals:

1- Introduction to Technologies and Types of Metallic Secondary Resources for Recycling and Refinement

2- Acquaintance with Importance and Position of Metal Recycling in Metal Production Chain and Sustainable Production

Syllabus:

Introduction

- Position of recycling of metallic materials in production chain, energy consumption and environment protection, waste management (waste decreasing, reuse, recycling, energy recovery, landfill), waste classification

Sustainable Material Production

- Life cycle analysis, calculating metal recycling efficiency at the end of the life cycle

Types of Secondary Resources in Material Recycling

- Scrap, municipal waste, industrial tailing, slag, chip, dust, sludge, wastewater, filter cake, ash, intermediate product

Theory and Technology of Physical Separation/Recycling Processes

- Particle size, velocity of particles in fluid, pulp rheology, sampling, release, preparation, crushing and grading, gravitational separation processes (shaking table, jig, classifier, spiral separator, heavy intermediate), magnetic separator (high and low intensity magnetic separator, magnetic fluid separator), electrostatic separator (eddy current), plough systems, froth flotation

Recovery of Metals and Metal Compounds:

Steel Recycling

- Raw materials, scrap classification and availability, scrap processing, zinc and tin separation from steel, tramp elements in refinement, slag and dust in the refinement process, recycling of super-alloy elements from stainless steel

Copper Recycling

- Raw materials (scrap, slag, dust, electronic scrap materials), secondary smelting processes, slag processing, recycling copper from printed circuit boards and electronic scrap

Aluminum Recycling

- Recycling methods, raw materials (scrap, by-products), separation, coating removal, recovery from chips, secondary refinement and smelting

Lead Recycling

- Raw materials (scrap, tailings and by-products), segregation and separation techniques, battery breaking and recycling battery paste, smelting and refining process of batteries

Nickel and Cobalt Recycling

- Recovery from super-alloy scrap, recovery from spent catalysts

Zinc Recycling

- Recovery of zinc oxide from dross, recovery of zinc from dust of electric arc furnace steel making, recovery of zinc from dust of copper industries

Recycling of Precious and Rare Earth Metals

References:

1- Resource Recovery and Recycling from Metallurgical Waste, S.R. Rao, Elsevier, 2006

2- State-of-the-Art Handbook of Recycling for Practitioners, Analysts, and Scientists, Ernst Worrell; M A Reuter, Elsevier, 2014

Course Title: Engineering Calculations Workshop

Course Goals:

1- Developing Experience and Skill in Data Processing Using Spreadsheet

2- Developing Experience and Skill in Data Processing and Programming with MATLAB

3. Introduction to Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Engineering (CAE)

Syllabus:

Basic Concepts

- What is data processing? What is spreadsheet? What is Pre-processing, Processing and Post-processing?

Data Processing Using Spreadsheet

- Reading data files in Excel spreadsheet (Example: processing of tension test data, calculation of stress-strain)

Introduction to MATLAB

- Elementary workshop of MATLAB academy, application of MATLAB in engineering problems, programming with MATLAB, (Example: algorithm of stress calculation based on the grain size), introduction to MATLAB toolbox

Post-Processing (Drawing Charts):

- Drawing stress-strain plot; drawing logarithmic chart, vector and graphic plots, plotting with MATLAB, post processing software, introduction to types of engineering charts, x-y scatter chart, column chart, contour map, vector map

Curve Fitting

- Curve fitting on tensile test data, calculation of material properties using curve fitting, calculation of mechanical properties of tensile sample, prediction of creep life using curve fitting

Image Processing

- Principles of engineering digital graphics, image formats, histograms, imaging and mapping, graph-to-image conversion, image-to-data conversion, engineering graphics, chart preparation for scientific reporting, quantitative metallography and calculation of secondary phase fraction, grain size calculation, introduction to metallographic image and material structure processing softwares

Solving Equations Using Spreadsheet

- Solving algebraic equation, numerical integration: calculation of toughness (example of the area under stress-strain curve), decision matrix (example of material selection), solving linear equation system (example of mass equilibrium of furnace charge), linear programming and optimization (example of optimizing furnace charge for lowest price, example of material selection)

Computer Aided Design (CAD)

- Introduction to geometric design and modeling softwares, technical drawing of a flange part, preparing technical map of a part

Computer Aided Engineering (CAE) Analysis

- Introduction to engineering analysis softwares and their application, mechanical analysis (example of stress concentration in pitted sheets), thermal analysis (example of heat transfer in casting mold), flow analysis (example of flow simulation in melt transfer channel), multi-physics analysis, introduction to casting simulation softwares, steps of engineering analysis (geometric modeling, meshing, loading, processing and post processing)

Thermodynamic Calculations

- Introduction to ThermoCalc and thermodynamic software, example of phase diagram drawing, alloy phase calculation, example of calculating thermodynamic properties

Design of Experiment

- Example of design of experiment Minitab

- Which software to learn? Review of engineering softwares, What are the skill requirements of an engineer in a job position?

References:

1- Larsen, Engineering with Excel, 4th ed., Pearson, 2012
2- MatLab Academy, https://matlabacademy.mathworks.com/
3- Getting Start with MatLab, Math works, 1998

Course Title: Materials Characterization and Analysis Technique Laboratory

Course Goals:

1- Introduction to Main and Important Techniques and Instruments for Physical and Chemical Characterization of Materials for Materials and Metallurgical Engineering

Syllabus:

Introduction to Safety Regulations, Reporting, and Taking Notes

Calorimetry, Volumetric, Densitometry

- Introducing balances and volumetric glassware, calculations needed for working with solution/liquid materials (density and purity), calculations needed for working with solid materials (molar mass of composition and purity), Archimedes method, Pycnometer

Size of Solid Particles

- Screening analysis; basics and principles; particle size distribution (cumulative diagrams); d_{80} estimation
- Titration for the concentration measurement of metal cations and anions (sulfate, sulfide, chloride, nitrate), introducing titrants, reagents, basics and reactions of complexation
- Spectrophotometry technique for the concentration measurement of metal cations and anions
- Principles (Beer-Lambert's law), preparation of calibration solutions, obtaining calibration curves, estimation of unknown sample concentration

Atomic Absorption Spectroscopy

- Basics and Principles, Standard Solutions, concentration measurement of 2 component/3 component solutions of metal cations and anions, estimation of unknown sample concentration

Wet Analysis

- (dissolving solid sample in aqua regia) and using atomic absorption spectroscopy technique for determining weight percentage of sample's elements

X-ray (Elemental and Phase Analysis)

- Unknown sample; Xpert software; work with standard cards; phase identification; grain size determination; lattice parameter determination

Scanning Electron Microscopy (SEM) and Microanalysis

- Sample preparation, particle morphology, elemental distribution; particle size estimation and histogram; ImageJ software
- Thermal analysis
- Devices, equipment and instrumental principles, extractable information from curves

Surface Analysis

- densitometry, porosity, specific area (BET)

References:

1- John Kenkel, Analytical Chemistry for Technicians, 4th ed., CRC Press, 2014

2- B. D. Cullity, S. R. Stock, Elements of X-Ray Diffraction, 3rd ed., Pearson Education International, 2001.

3- P. J. Goodhew, J. Humphreys, R. Beanland, Electron Microscopy and Analysis, Taylor and Francis, 2001.

Course Title: Corrosion and Coating Laboratory

Course Goals:

1- Developing Skills in Determining Uniform Corrosion Rate

2- Developing Skills in Evaluating Pitting Corrosion

3- Identifying Engineering Parameters of Applying Metal Coatings

Syllabus:

Experiment 1) Sample Preparation:

- Pickling, degreasing, drying and polishing for subsequent coating

Experiment 2) Immersion Test:

- Measurement of corrosion rate by weight loss method and salt spray test

Experiment 3) Potentiometry:

- Introduction to reference electrodes, corrosion potential measurement and galvanic series

Experiment 4) Potentiodynamic Polarization Test

- Three-electrode test and Tafel extrapolation

Experiment 5) Pitting and/or Crevice Corrosion

- Transition from active to passive state, pitting corrosion and test of chemical pitting of metals

Experiment 6) Electroplating of Metals

- Nickel electroplating using Watts bath, decorative chromium electroplating and copper or gold electroplating

Experiment 7) Conversion Coatings

- Iron phosphating and aluminum anodizing

Experiment 8) Effect of Corrosion Inhibitors

- Thiourea (adsorption inhibitor) and Chromates (passivating inhibitor)

Experiment 9) Hot-Dip Galvanizing and Its Evaluation

Experiment 10) Cathodic Protection

Experiment 11) Anodic Protection

Experiment 12) High Temperature Oxidation

References:

1- Corrosion Engineering, 4th chapter: Corrosion Testing, 3rd edition, by M.G. Fontana, McGraw-Hill, 1987

2- Fundamentals of Electrochemical Corrosion, chapter 4, 5 , 6, by E.E. Stansbury, R.A. Buchanan, ASM Int., 2000

3- Metals Coating (Volume I), Third Edition, M. Ghorbani, Sharif University of Technology Scientific Publishing Institute, 2012

4- Laboratory tests of Corrosion and Protection, M.A. Golozar, Isfahan Arkan Publications, 2001

Elective Courses –

Materials Production and Synthesis Theme

Course Title: Principles of Metal Production II

Course Goals:

1- Introduction to Principles of Material and Energy Balance and Its Application in Metal Production
2- Introduction to The Basics of Metal Extraction Reactors

Syllabus:

Introduction

- Introduction to the Materials balance, energy balance, and reactor design in the metal manufacturing industry, design from mass transfer point of view, energy transfer point of view and reaction rate point of view, design from materials selection for mechanical applications point of view, corrosion resistance point of view, etc.

Material Balance

- Mass balance principles in non-reactive systems, simple systems, systems in series, reversible and bypass systems, examples of beneficiation, metal refining, and precipitation systems
- Stoichiometry concepts: extent of reaction progress, reaction fraction, recovery, efficiency
- Mass balance in reactive systems, dependent and independent reactions, solving independent equation systems, examples of combustion reactions, metal compounds reduction and aqueous reactions

Energy Balance

- Application of the first law of thermodynamics to energy balance, simultaneous balance of mass and energy
- Energy balance in non-reactive systems, energy recovery and efficiency
- Energy balance in reactive systems, thermal constraints on material balance, uncoupled system balances, combustion reactions, adiabatic processes, aqueous systems and electrolysis

Statistical Topics Used in Measurement and Sampling

- Basic statistical concepts and descriptive tools, distribution of random variables, basic applications of inferential statistics to measurement and design of experiments

Introduction to Reactor Design

- Batch reactors, mixed flow reactors, plug flow reactors, calculation of reactor dimensions based on the required residence time, reactor design for single reaction, dimension comparison, multi-reactor systems, design of parallel reactors, reversible reactor, production rate

Design of Fluid-Fluid Reactors

- Selection of contactors, crossflow-piston flow contact system, contact systems in mixed flow reactors, example of mixer and settler system in solvent extraction process

Design of Fluid-Particle Reactors

- Solid plug flow/uniform gas composition reactor, particle mixing flow/uniform gas composition, calculation of fluidized bed reactor dimensions, examples of reduction, roasting and leaching reactors in metallurgical processes

References:

1- Arthur E. Morris, Gordon Geiger, H. Alan Fine, Handbook on Material and Energy Balance Calculations in Material Processing, Third Edition, The Minerals, Metals & Materials Society, Wiley, 2011
2- Octave Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, 3rd Edition, Wiley, 1999
3- H. Scott Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering (4th Edition), Prentice Hall PTR, 2016

Course Title: Non-Ferrous Metal Production

Course Goals:

1- Process and Technology of Copper, Aluminum, Lead and Zinc Metals Production by Hydrometallurgical Methods

Syllabus:

Copper Production Processes

- Properties and applications of copper, copper ores, ore beneficiation methods, flow diagram of copper production, thermal processes, matte melt and related furnaces, matte-to-blister copper conversion, copper thermal refining, anode casting, electrolysis refinement, by-products and related processes, hydrometallurgical methods, dissolution, cementation, solvent extraction, electrowinning, thermodynamic, kinetic, mass and energy balancing and design related issues

Aluminum Production Processes

- Properties and applications of aluminum, aluminum ores, flow diagram of aluminum production, alumina production from bauxite by Bayer method, aluminum production by electrolysis of Hall–Héroult molten salt, other aluminum extraction methods, thermodynamic, kinetic, balancing and design issues

Lead Production Processes

Properties and applications of lead, lead ores, flow diagram of lead production, roasting and reduction method, roasting and interaction method, thermal refinement of lead, byproducts, alternative processes, thermodynamic, kinetic, balancing and design issues

Zinc Production Processes

- Properties and applications of zinc, zinc ores, flow diagram of zinc production, thermal methods, hydrometallurgical methods, dissolution, solution refinement, electrowinning, by-products, thermodynamic, kinetic, balancing and design issues

References:

1- Handbook of Extractive Metallurgy, vol. 2, F. Habashy, Wiley VCH, 1997
2- Extractive Metallurgy of Copper, 4rd Ed. W.G. Davenport et.al., Elsevier Ltd, 2002
3- Treatise on Process Metallurgy. vol. 3 - Industrial Processes, S. Seetharaman, Elsevier Ltd, 2014
4- Principles of Extractive Metallurgy, A. Ghosh & H. S. Ray, New Age International Limited, 1984

Course Title: Iron and Steel Making

Course Goals:

1- Introduction to Production Methods of Pig Iron, Cast Iron, Sponge Iron, Steel and Alloy Steel

2- Introduction to Thermochemical and Kinetic Principles of Iron and Steel Making

Syllabus:

- History and introduction to iron and steel making, flow sheet of iron and steel making

Charge Preparation

- Concentration methods, and agglomeration processes

Blast Furnace Iron Production

- structure of the furnace, raw materials, reactions, mass balance

An Overview on Thermodynamics and Kinetics of Iron Ore Reduction:

- Equilibrium diagrams of iron-oxygen and iron-carbon, equilibrium in carbon-oxygen, carbon-oxygen-iron, and hydrogen-oxygen-iron systems

Direct Reduction of Iron

- HYL3, Midrex and new methods

Introduction to Steelmaking

- Physical chemistry of iron refinement reactions (decarburization, desulfurization, dephosphorization, desiliconization, manganese removal)

Steelmaking Technology

- Steelmaking by basic oxygen process (BOP) method
- Steelmaking by electric arc furnace and induction furnace
- Ladle Metallurgy and final refinement, alloying, inclusion control, stainless steel making

An Overview to iron and steel market in Iran and the world

References:

1- A. Ghosh, Iron and Steel Making, Theory and Practice, 2010.

2- Iron Production - Ali Saeedi, Nader Sotoudeh, University of Isahan Jahad Daneshgahi Press, 2006.

3- Y.K. Rao, Stoichiometry and Thermodynamics of Metallurgical Processes, 1985.

4- E.T. Turkdogan Fundamentals of steelmaking, The institute of Materials, 2010.

5- Alain Vinges, Extractive Metallurgy Vol. 1-3 1, John Wiley & Sons, 2011.

Course Title: Sustainable Development in Metals Production

Course Goals:

1- Understanding The Relationship Between Materials, Energy and Concept of Sustainable Development

2- Understanding The Multidisciplinary and Interdisciplinary Nature of Challenges Facing Sustainable Development and Importance of Metal Production Interaction and Relation with Other Areas of Engineering

3. Developing Basic Skills in Life Cycle Analysis of Materials in Metal Manufacturing Industries

Syllabus:

Introduction to Materials and Energy and Concept of Sustainable Development

- A history of sustainable development; material and energy crisis; interaction between resources, consumption and population

Materials and Materials Cycle

- Natural resources and classification of materials, materials cycle analysis, materials recyclability, assessment of materials cycle (energy and material balances, material flow analysis), waste management; pollutant control, contaminants and waste incineration, landfill, zero pollution and the 7 Rs rule [reduction, reuse, recycle, recovery, re-thinking, renewal, regulations]; life cycle analysis and manufacturers' responsibility extension, cradle-to-cradle concept

Sustainable Development

- Sustainability definition and description; Sustainable development definition and description; Terminology

Identifying The Steps to Achieve Sustainable Development

- Facing complex systems; step-by-step approach to achieve sustainability; summarizing the steps and presenting initial design

Tools, Emergencies and Prioritization

- Identifying main goal-setting; analyzing conditions; fact finding; informed conclusion; reflect on alternative plans

Risk of Materials Supply Chain

- Emergence of constraints in resources and applications of materials; price change risk; resource monopoly and geopolitical risk; conflict risk; rules and regulations; abundance risk; changing expectations regarding corporate accountability; management risk

Energy Consumption in Raw Material Production

- Direct and indirect energy and total energy required, total energy required and global warming potential (pyrometallurgy vs. hydrometallurgy), global greenhouse gas production, energy sustainability indicators

Role of Water in Metals Production:

- Water resources, water content involved in metals, water sustainability indicators

Waste Management in Metal Manufacturing Industries

- Solid, liquid and gas waste management, scrap materials options (recycling, reuse, re-production), recycling advantages and limits, recycling rate of useful metal wastes, energy consumption in metal recovery, a case study of iron and steel industry; a case study of aluminum casting units

Access and Demand for Metals and Minerals in The Future:

- Long-term metal supply indicators, potential mineral resources, long-term metal demand indicators, alternative materials and technologies, reduction of consumables per dematerialization

References:

1- Materials and Sustainable Development; Michael F. Ashby; 2016 Elsevier; Chapters 1 to 5.

2- William John Rankin, Minerals, Metals and sustainability: meeting future material needs, CSIRO 2011

3- Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-cradle for Sustainable Development; Salah M. El-Haggar; 2007 Elsevier; Chapters: 1, 2 and 10

Course Title: Process Control

Course Goals:

1- Introduction to The Concepts of Control in Materials Engineering Processes Such as Melting Furnaces and Design of Hydrometallurgical Reactors

Syllabus:

- Description of the importance and role of control in metallurgical processes along with examples
- Method of solving control problems using Laplace transform
- Displaying system by conversion function and box diagram
- Open circuit linear systems: the answer to first order systems
- The answer to first order systems in series
- Systems with orders higher than one
- Closed circuit systems, control system, transient response, stability of control systems
- Providing various problems in the scope of metallurgical processes such as melting furnaces, refinement, forming and hydrometallurgical reactors

References:

1- Process Systems Analysis and Control, Steven E. Leblanc, Donald R. Coughanowr, McGraw-Hill Higher Education, 2008

2- Process Control: A Practical Approach, Myke King, Wiley, 2010

3- Principles of Process Control in Chemical Engineering, Manouchehr Nick Azar, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), 2016

4- Dynamics and Process Control, Mehdi Rafizadeh, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic), 2013

Course Title: Synthesis for Advanced Energy Materials

Course Goals:

1- Introduction to Advanced Energy Converter and Storage Devices and Properties of Materials Used in Them

2- Introduction to Chemical Synthesis Methods of Materials for Application in Advanced Energies

Syllabus:

- Introduction to advanced and renewable energies

Advanced Materials Used in Energy Converters

A review on Synthesis Methods of Materials, including:

- Chemical and electrochemical methods, polyol, sol-gel, physical methods (sputtering, vapor deposition, laser, etc.), thermal methods, polymerization and synthesis of carbon materials

Solar Cells (Photovoltaic)

- Introducing different solar cell types (1st to 4th Generation)
- Materials used in solar cells and their synthesis methods, such as silicon crystals, thin films (silicon and gallium-arsenide), Dye-sensitive solar cell (DSSC), quantum dots, perovskite materials and organic (polymeric) materials

Batteries

- A review on batteries and their performance
- Lithium batteries
- Special purpose batteries, such as silver-oxide battery, vanadium redox battery, thermal battery, etc.
- Synthesis methods of electrolyte and separator
- Synthesis methods of electrode materials and electrocatalysts

Supercapacitors

- A review on supercapacitor
- Types of dielectric materials
- Materials used in supercapacitor electrodes

Fuel cells

- A review on fuel cell types and their performance
- Materials used in fuel cell components including electrolytes, electrodes, electrocatalysts, gas diffusion layer, etc. and their synthesis methods

Hydrogen Storage

- Metal hydrides and their synthesis methods
- Carbon-based hydrogen absorbers

Methods for Evaluating Quality of Materials Used in Advanced Energies

References:

1- K. Lu, Materials in Energy Conversion, Harvesting, and Storage, John Wiley & Sons, 2014.

2- C. Daniel and J.O. Besenhard, Handbook of Battery Materials, Wiley-VCH Verlag & Co, 2011.

3- D.W. Bruce, D. O'Hare, R.I. Walton, Energy Materials, John Wiley & Sons, 2011.

Course Title: Bioprocesses in Metallurgical Engineering

Course Goals:

1- Understanding the Role and Mechanisms of Microorganisms in Metal Extraction Processes with Emphasis on Leaching Process

2- Purification and Separation of Metallic Ions from Aqueous Solutions (Adsorption and Desorption)

3. Microbial Induced Corrosion (MIC) of Metals

Syllabus:

- Introduction to industrial biotechnology (role of microorganisms in dissolution of metal resources, corrosion and absorption phenomena)
- A historical introductory to industrial usage of microorganisms; classification of microorganisms (bacteria, fungi and algae)
- Classification of bacteria (based on respiration, energy source, temperature range, pH range)
- Kinetics of bacterial growth and growth curves (bacterial counting methods, optical microscopy, weighing, optical density, measurement of substrate or oxygen consumption rate)
- Different stages in non-continuous growth curve of bacteria (lag phase, growth acceleration phase, log phase, growth deceleration phase, stationary phase, death phase)
- Modeling of bacterial growth based on unstructured - non-segregated model (Monod kinetic model)
- History of bioleaching (advantages and disadvantages)
- A look at the chemistry of metallic compounds (sulfides, oxides and carbonates, solubility limit)
- Characteristics of Acidithiobacillus ferrooxidans and Acidithiobacillus thiooxidans bacteria
- Effective mechanisms involved in dissolution of metal sulfides (direct mechanism, indirect mechanism, effective chemical reactions)
- Factors affecting bioleaching process (bacterial activity, adaptation, pH, dissolved oxygen)
- Adaptation methods pf bacteria (single step culture, sequential culture)
- Microbial induced corrosion (concept of biofilms and the effective microorganisms)
- Mechanisms behind MIC (ennoblement mechanism, concentration cells, inactivation of corrosion inhibitors, creation of new chemical components, biochemical reactions in biofilms)
- Sulfate ion reducing bacteria (SRB), sulfur oxidizing bacteria (SOB), nitrate ion reducing bacteria (NRB), iron oxidizing bacteria (FeOB)
- MIC diagnosis (a combination of chemical and microbiological analyzes)
- Sensitization factors of MIC (welding, stagnant Water), MIC prevention methods (reduction and control of bacterial population)
- Introduction to metal uptake by microorganisms, mechanism of metal cations and anions uptake
- Equilibrium, kinetics and modeling of biosorption processes (influence of pH and ionic strength on adsorption thermodynamics, application of Langmuir and Freundlich isotherms in modeling, investigation of mass transfer event, diffusion layer, intracellular diffusion and chemical reactions involved in biofilm and metal ion interaction, pseudo first and second order chemical models)

References:

1- Shijie Liu; Bioprocessing Engineering, (Kinetics, Sustainability, and Reactor Design); 2013; Elsevier

2- Abhilash, B. D. Pandey, K. A. Natarajan; Microbiology for Minerals, Metals, Materials and the Environment, 2017; CRC Press

3- Liengen, R. Basseguy, D. Feron, I. Beech, Understanding Biocorrosion: Fundamentals and Applications; T; Elsevier

4- Brenda J. Little, Jason S. Lee; Microbiologically Influenced Corrosion; 2007; WILEY; 2007

5- Bohumil Volesky; Biosorption of Heavy Metals; 1990 by CRC Press

Course Title: Metals Production Laboratory

Course Goals:

1- Learning practical skills related to the Methods of Ore Concentration, Pyrometallurgy, Hydrometallurgy and Electrometallurgy Used in The Production of Metals and Compounds

Syllabus:

- Crushing and screening test
- Concentration of oxide ore by shaking table method
- Concentration of iron ore (hematite and magnetite) by magnetic method
- Calcination of lime – investigating the effect of time and temperature on reaction progress, investigating the reaction kinetics
- Roasting of zinc sulfide – investigating the effect of time and temperature on the reaction progress and product type, investigating the reaction kinetics
- Indirect iron reduction (solid state) – investigating reaction progress, product type, effect of temperature and carbon content on reduction.
- Reduction of lead oxide with carbon – investigating reduction efficiency and fluxing effect
- Measurement of pH (H_2SO_4, HCl, NH_3 and KCl solutions), Calculation of proton activity and activity coefficient
- Leaching of copper oxide ore by sulfuric acid solution – investigating the effect of time, pulp density, and acid concentration, kinetic modeling of the process
- Cementation of copper by iron – investigating the effect of copper solution concentration and pH, investigating the effect of ferric iron ion on process efficiency
- Solvent extraction of copper/iron (nickel/cobalt) by D2EHPA – investigating the separation factor, obtaining extraction curves and distribution coefficient, calculating extraction number
- Electrowinning of precious metals
- Conversion of strontium sulphate to strontium carbonate by soda ash method

References:

1- Metal Extraction Laboratory Handbook - Faculty of Mining and Metallurgy Engineering of Amirkabir University of Technology

2- Principles of Extractive Metallurgy - Terkel Rosenqvist, Translated by M. Karaminejad, Academic Publishing Center, 2006

Elective Courses – Manufacturing Processes

Course Title: Surface Engineering and Coatings

Course Goals:

1- Introduction to the Science of Coating and Surface Engineering

2- Introduction to the Surface Treatments to Improve Surface Properties

Syllabus:

- Costs of corrosion and its relationship with coating
- Classification of metallic, organic, ceramic, conversion and diffusion coatings
- Overview of the various methods of applying a coating (traditional and modern methods)
- Electrochemical and electroless coatings
- Copper, nickel, chromium and silver plating baths
- Anodizing: baths used and coating properties
- Phosphating
- Chromating
- Organic paints and coatings, pigment materials
- Principles of surface engineering including concepts of surface hardness, wear, tribology and friction
- Surface hardening operations such as carbonization, nitriding, flame hardening, induction hardening, laser hardening, stir-friction processes
- Shot-blasting and sandblasting
- Methods of thin films formation, including physical and chemical vapor phase deposition, sputtering method and laser-based methods.
- Plasma coatings including plasma oxidation in different baths and plasma nitriding

References:

1- Mohammad Ghorbani, Coating Metals, Volume I, Sharif University of Technology Press, 3rd Edition 2012

2- J.R. Davis, Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance, ASM International, 2001

Course Title: Powder Engineering

Course Goals:

1- Introduction to Properties of Powder Materials

2- Introduction to Preparation Processes of Metal and Non-Metal Powders

3- Introduction to Production Methods of Powder Parts and Strengthening of Powder Metallurgy Parts

Syllabus:

- History, properties, applications, advantages and disadvantages

Characterization and Identification of Powders:

- Sampling, determination of grain size, grain size distribution graphs of powder particles, determination method of powder specific surface, compressibility, powder flowability, types of powder density, agglomeration

Powder Production Methods

- Mechanical, electrochemical, chemical and spray methods

Measuring Methods of Powder Particle Size

- Sedimentation methods, light reflection, light absorption, microscopy, X-ray based, electron microscopy

Powder Compression Methods

- Principles of compression, methods of powder compression molding, lubricants, Heckel, Balshin, Walker, Panelli and Filho equations

Sintering

- Theoretical principles, driving forces of sintering, Grain Growth, sintering atmospheres, sintering furnaces

Complete Consolidation Methods

- Disadvantages and features, complete condensation techniques, including activated sintering, liquid phase sintering

- Finishing and heat treatment of powder parts

Properties of Powder Parts

- Microstructural characteristics, property of cavities, open and closed porosities, permeability, mechanical properties test methods, microstructure effect on mechanical properties, physical properties of powder components including thermal conductivity, electrical conductivity, and magnetic properties

References:

1- Powder Metallurgy Science, Randall German, Translated by Mojtaba Naserian and Ali Haerian, Ferdowsi University of Mashhad, 2008

2- Metals Handbook, Vol. 7, Powder Metallurgy, ASM International, 2015

Course Title: Mechanical Properties of Materials II

Course Goals:

1- Introduction to The Mechanisms of Failure, Damage and Fracture of Materials with Emphasis on Mechanical and Metallurgical Aspects and with The Help of Fracture Mechanics

Syllabus:

Fracture

- Types of fractures (ductile and brittle fractures), theoretical strength of materials
- principles of defect population, stress concentration and stress concentration factor
- Griffith's theory (limitations and corrections), energetic criterion of fracture, analysis of energy reduction rate
- Plane stress and plane strain states
- Crack tip plastic zone and its effective factors
- Microscopic aspects of ductile and brittle fracture
- Micro-mechanisms of ductile and brittle fracture
- Crack nucleation mechanisms, types of fracture modes
- Stress intensity and stress intensity factor, fracture toughness
- Fracture toughness test and its effective factors
- Impact test, ductile to brittle transition temperature and its effective factors, metallurgical embrittlement
- Polymers fracture, ceramics fracture

Fatigue

- Fatigue: Types of cyclic stress and fatigue parameters
- Macroscopic characteristics and aspects of fatigue, S-N curve
- Fatigue under constant stress, fatigue under constant strain
- Microscopic features and aspects of fatigue
- Principles of fatigue damage accumulation, random loading (Miner's rule)
- Nucleation and growth mechanisms of fatigue crack
- Calculation of crack growth rate and component life under fatigue
- Methods of increasing fatigue resistance, effect of metallurgical and mechanical parameters on fatigue

Creep

- Concept of creep, creep diagram and creep stages, effect of temperature on material behavior and properties, creep types based on the temperature and stress composition
- Equations governing creep, calculation of creep rate
- Activation energy of creep (calculations and factors affecting activation energy)
- Creep mechanisms (diffusion creep and dislocation creep)
- The role of grain and grain boundaries in creep, grain boundary sliding and its mechanisms, grain boundary migration and its mechanisms
- The role of alloying elements on creep and creep-resistant alloys
- Effect of sediment on creep (types of sediments resistant to heat)
- Types of creep cracks and creep fracture
- Ways to increase creep resistance
- Design against creep
- deformation mechanism maps

Mechanical Behavior of Nanostructured Materials and Advanced Materials

References:

1- R.W. Hertzberg, “Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials”, 4th Ed., Wiley, USA, 1996

2- G.E. Dieter, “Mechanical Metallurgy”, 3rd Ed., McGraw Hill, USA, 1986

3- M. A. Meyers, K. K. Chawla, “Mechanical Behavior of Materials”, Cambridge University Press, 2009

Course Title: Non-Destructive Testing

Course Goals:

1- Understanding of the Principles, Methods and Technologies of Non-Destructive Inspection and Testing of Materials and Industrial Parts

2- Developing Basic Skills Required for Selection of Non-Destructive Tests for Industrial Parts

Syllabus:

Introduction to The Necessity and Importance of Non-Destructive Tests

- Definition, causes of development, necessity, differences with destructive tests, definition of discontinuity

Visual Inspection

- Definition, types, auxiliary equipment, types of borescopes, applications

Leak Testing

- Definition, types, immersion technique, soap foam technique, acoustic techniques, pressure measurement using gauges and evaluation of pressure drop, penetrant liquid technique

Penetrant Liquid Testing

- Definition, types of detectors, performance steps, applications, advantages, limitations

Magnetic Particle Testing

- Definition, mechanism, types of magnetic particles, advantages, limitations, applications, physical principles, different techniques

Magnetic Field Testing

- Definition, mechanism, different techniques, types of detectors

Radiography Testing

- Definition, types of beam, beam absorption, different techniques, X-ray radiography, Gamma-ray radiography, neutron particle radiography, definitions and quantities, penetrometers

Ultrasonic Testing

- Definition, principles, inspection techniques, display methods, probe types, standard reference blocks

Acoustic Emission Testing

- Definition, types of acoustic emission, principles, applications

Thermography Testing

- Definition, direct thermography (thermocolor), indirect thermography (infrared)

Holography Testing

- Definition, steps, optical holography, acoustic holography

Eddy Current Testing

- Definition, applications, principles, factors influencing the depth of penetration, types of coils used in the test, methods of display

Other Non-Destructive Tests

- Laser test, electrical resistance test, etc.

Some Applications of Non-Destructive Tests for Quality Control of Parts and Joints

References:

1- H. Tuyserkani, Non-Destructive Inspections, 3rd Edition, Isfahan University of Technology Press

2- ASM Handbook, Vol.17 - Nondestructive Evaluation and Quality Control, ASM International

3- Non-Destructive Testing Handbook, Vol. 10 - NDT Overview, ASNT

4- Louis Cortz, Non-Destructive Testing, ASM International, 1995

5- R. Halmshaw, Edward Arnold, Non-Destructive Testing, 2nd ed., 1991

6- Non-Destructive Testing Handbook, 3rd ed. Vol. 1-9, ASNT

Course Title: Composite Materials

Course Goals:

1- Introduction to Composite Materials (Metal, Polymer and Ceramic Matrix Composites)
2- Familiarity with Structure and its Relationship with Properties of Composite Materials
3- Raw Materials for Manufacturing of Composite Materials
4- Manufacturing Processes of Composite Materials
5- Mechanical Aspects and Design Criteria of Composite Materials
6- Applications of Composite Materials in Production of Engineering Components

Syllabus:

Introduction to Composite Materials
- Definitions, background and philosophy of emergence

Types of Composite Materials
- Classification, composite materials having metal, ceramic and polymer matrixes

Manufacturing Processes of Composite Materials
- Solid-, liquid-, liquid-solid- and gas-state processes

Metal-based Composite Materials
- Classification based on matrix material and reinforcement type

Ceramic-based Composite Materials
- Classification based on matrix material and reinforcement type

Polymer-based Composite Materials
- Classification based on matrix material and reinforcement type

Structure of Composite Materials

Properties of Composite Materials
- Mechanical properties and physical properties (such as thermal and electrical properties)

Applications of Composite Materials

References:

1- Ever J. Barbero, Introduction to Composite Material Design, second edition, CRC Press Taylor & Francis Group, 2011.
2- F.C. Campbell, Structural Composite Materials, ASM International, 2010.
3- Composite materials handbook, MIL-HDBK-17-3F, Volume 3 of 5,17 JUNE 2002
4- Ronald F. Gibson, Principles of Composite Material Mechanics, Fourth Edition (Mechanical Engineering), CRC Press, 2016.
5- Krishan and K. Chawla, Composite Materials: Science and Engineering (Materials Research and Engineering), Springer, 2013.
6- ASM Handbook, Volume 21, Composites, 2001.

Course Title: Materials Forming and Powder Laboratory

Course Goals:

1- Experience with Equipment and Devices Used in Metals Forming and Powder Metallurgy

2- Experience in Forming Processes, Ability to Detect and Evaluate Problems and Errors in Metal Forming Experiments

3- Developing Skills in Reporting Forming And Powder Metallurgy Tests

Syllabus:

- Uniaxial pressure test and plotting stress-strain curves with Cook-Larke method
- Pressure test under plane strain state
- Identification of extrusion molding machine and accessories, observation of extrusion and flow of material, identification of dead zone and deformation zone and plotting of force-displacement curves
- Drawing wire test and identification of the molds, calculation of surface reduction per each pass
- Rolling test, calculation of the force required for rolling in each pass, the concept of lateral spread in rolling
- Familiarity with formability test, mold identification in the dome height test, plotting complete curve of sheet formability limit
- Gear forging test and introduction to forging mold accessories
- deep drawing test, FLD chart
- Particle measurement and powder particle size distribution test
- Powder apparent density measurement test
- Crude density measurement test
- density and porosity measurement by Archimedes method
- Powder press test
- Sintering test
- Examination of morphology and shape of powder particles

References:

1- William F. Hosford; Robert M. Caddell; Metal Forming, Translated by Mohammad Reza Afzali, Sharif University of Technology, Tehran, 1998

2- German Randall; Powder Metallurgy and Particulate Materials Processing, Translated by Ali Haierian Ardakani, Amirkabir University of Technology, Tehran, 2008

Course Title: Heat Treatment Laboratory

Course Goals:

1- Becoming Familiar with Heat Treatment Equipment, Tools and Materials

2- Working Experience on the Effect of Heat Treatment Cycles on Structure and Properties of Metals

3- Ability to Design and Perform Heat Treatment Data Analysis and Testing

4- Developing Experience and Skills in Reporting Heat Treatment Processes and Material Structure

Syllabus:

- Acquaintance with heat treatment equipment, heat treatment tools, heat treatment furnaces, limits of furnace, furnace selection, furnace precision in controlling temperature, implementing heat cycle using furnaces, observing microstructure by metallography before and after heat treatment, measuring mechanical properties before and after heat treatment and reporting heat treatment results.
- The effect of cooling environment on microstructure and hardness of steels including observing the effect of cooling rate on distribution and type of phases and structures in steels, predicting the structures using CCT diagrams at different cooling rates, hardness measurement and its relation with various structures resulted from heat treatment
- Investigating two main factors of heat treatment cycles namely, the effect of annealing temperature and annealing time on microstructure of steels. Observing secondary embrittlement and soft to brittle transition temperatures in these processes and relationship of the obtained microstructures with mechanical properties such as hardness and impact energy.
- Spheroidizing heat treatment of paerlitic steels and observing the effect of spherical cementite structure on toughness, impact energy and hardness. Optimizing time and temperature for sphericalization of cementite.
- Performing annealing heat treatment including recovery, recrystallization and growth on cold-worked samples and investigating the effect of temperature, time, and amount of initial cold work on these processes. Diagnosing the difference between soft annealing and normal annealing
- Austenitizing heat treatment. Investigating the effect of austenitizing time and temperature on steel structure and observing the relation between structure and mechanical properties such as hardness.
- Performing surface hardening operations by changing chemical composition, including surface carburization in the cementation box and salt bath, plasma nitriding, and salt bath. Observing and measuring surface hardened layer and investigating parameters affecting depth of hardened layer.
- Performing Jominy test on steels and measuring hardenability depth and parameters affecting hardenability depth
- Precipitation hardening heat treatment of aluminum alloys and investigating the effect of precipitation hardening on mechanical properties such as hardness and strength. Investigating the effect of time and temperature of precipitation hardening on mechanical properties
- Heat treatment of cast irons. Observing structure of different cast irons and investigating the effect of graphite morphology during heat treatment on cast irons properties. Conversion of white cast iron into malleable cast iron, the effect of cooling rate and tempering on the ledeburit structure of cast irons and the effect of microstructure on the mechanical properties of cast iron.
- Heat treatment of memory alloys and observing the effect of their structure on ductility behavior
- Heat treatment of nickel based alloys and rejuvenation heat treatment of super alloys

References:

1- Majid Karimian, Mohammadamin Shahrokhian Dehkurdi, Principles and Basics of Heat Treatment Laboratory, Shahbazi Press

2- Mohammad Ali Golzar, Principles and Application of Heat Treatment: Steels, 1st edition, Isfahan University of Technology Press, 2000.

1-A Laboratory Manual for Trainees in Heat Treatment, MIR Publisher, 1985

2-Steel: Heat Treatment and Processing Principles, ASM International, 1990

Course Title: Materials Joining and Non-Destructive Testing Laboratory

Course Goals:

1- Developing Workshop Experience in Welding Processes, Developing Skills in Metallographic Analysis of Welding Defects

2- Acquaintance with Devices and Developing Experience in Non-Destructive Testing

3- Ability to Report Welding Operations and Non-Destructive Testing

Syllabus:

- Investigating the effect of groove type on electrode consumption, welding time and welding cost
- Multilayer welding of stainless steels, chemical and microstructure analysis of weld using Schaeffler diagram
- Investigating the effect of protective gas conditions on quantitative and qualitative properties of weld in GMAW welding process
- Investigating the effect of welding conditions on weld dimensions, weld dilution and weld hardness in GTAW welding process
- Investigating the effect of welding conditions on deposition rate, weld depth and deposition efficiency in manual electrode process
- Investigating the effect of various factors on arc stability in manual electrode process
- Investigating the effect of atmosphere type and flame characteristics on weld properties in oxyacetylene welding process
- Investigating the effect of welding speed and tool rotation speed on weld properties in stir-friction welding process
- Visual testing of welding joint using appropriate gages
- Leakage testing using liquid penetrant
- liquid penetrant testing of welding joint
- Magnetic particle inspection of welding joint
- Viewing and interpreting existing radiographic films
- Calibrating ultrasonic test probes using standard reference blocks
- Examining metal sheets and welding joints by ultrasonic test

References:

1- ASM Handbook, Vol. 6A (Welding Fundamentals and Processes), ASM International, 2011.

2 - ASM Handbook, Vol. 17 (Nondestructive Evaluation and Quality Control), ASM International, 1994

3 - Nondestructive Testing Handbook, Vol. 10 (Nondestructive Testing Overview), 2nd Ed., ASNT, 1996

4- Hossein Tuyserkani, "Non-Destructive Investigations", Third Edition, Jahad Daneshgahi of Isfahan University of Technology, 2012

5- R. L. O'Brien, "Jefferson's Welding encyclopedia", 18th Ed., AWS, 1997

Course Title: Solidification and Casting Laboratory

Course Goals:

1- Practical Learning of Different Types of Sand Based Moulding Materials Tests, Mastering Sand Molding Processes, Types of Casting Processes

2- Observing and Learning the Influence of Affecting Parameters on Grain and Phase Structure of Metals During Equilibrium and Non-Equilibrium Solidification

Syllabus:

Sand tests

- Measurement of sand moisture
- Measurement of sand clay percentage
- Measurement of sand of finesse number
- Measurement of sand permeability
- Measurement of shear and compressive green strength of sand
- Measurement of shear and compressive dry strength of sand
- Measurement of the effect of clay moisture and clay on maximum sand strength
- Measurement of the compressibility of sand molding materials

Molding skill

- Molding and casting of 5 samples with different partition (line) surfaces and core setting

Solidification tests

- The effect of nucleant on the structure and properties of material test
- The cooling rate (mold type) on metal grading (undercooling) test
- Wedge test and the effect of cooling rate and chemical composition change on the phase structure of cast iron
- Fluidity of pure metals and alloys using spiral mold test
- Effect of superheat on the grain size and morphology
- Effect of dynamic vibration on the size and morphology
- Effect of degassing on elimination of casting defects

Physical Modeling Observations

- Investigating the fluid flow pattern in gating systems and transparent mold chambers using aqueous models and investigating the influence of affective parameters on fluid flow pattern in order to compare the results obtained with the results of melt flow simulation softwares (CFD)

References:

1- Sarat C. Panigrahi and Brij K. Dhindaw 1987 "Testing, Evaluation and Measurements in Metal Casting" 1987, Oxford & IBH Publishing Co. PVT. LTD, New Delhi

2- Solidification and Casting Laboratory, Afsaneh Rabiei, Jazil Press.

3- Principles and Methods of Metal Casting, Ramin Raiszadeh, Hormozgan University Press

Elective Courses – Materials Science and Engineering Theme

Course Title: Computational Material Science and Engineering

Course Goals:

1- Developing Experience and Skills in Data Processing, Post-Processing and Computational Thinking Using Spreadsheet and Matlab in Engineering Problems

2- Developing Experience and Skill in Problem Solving Using Simplification, Numerical Simulation and Finite Difference Method in Computational Materials Engineering

3- Introduction to Principles of Mathematical Modeling and Computational Materials Science

Syllabus:

- Familiarity with the course, familiarity with calculations

Problem Solving Using Numerical Modeling

- Simplification in expressing engineering problems (Example: Refractory wall of furnace)
- Solving heat transfer problems and 1D steady state diffusion (Example: Refractory wall of furnace)
- Application of spreadsheet in solving heat transfer and diffusion problems
- Solving heat transfer problems in cylindrical coordinates (Example: wall of furnace)
- Solving transient heat transfer problems (Example: Warming of metal rod)
- Solving 2D steady state heat transfer problems (Example: Continuous Casting Mold)
- Discretization of differential equations by finite difference method
- Post Processing, Introduction to TecPlot

Numerical Modeling and Simulation

- What is modeling and simulation?
- What is computational materials engineering (CME)? What is computational material science (CMS)?
- Problem identification method (geometry, physics, materials, known/unknown/assumptions)
- Numerical simulation steps (problem identification, mathematical modeling, numerical discretization, numerical processing, post-processing)
- Introduction to FEM/FVM/FDM discretization methods
- Understanding scale and unit in computations, characteristic parameters and dimensionless numbers

Computational Materials Engineering (CME)

- Introduction to modeling and simulation in computational materials engineering
- Integrated modeling (process, structure, properties) in materials engineering and unknowns of each part
- Mathematical principles governing each part (conservation equations, thermodynamics and kinetics, flux laws & constitutive equations)
- Mathematical relation between process quantities (temperature and composition), structure (phase fraction) and properties (temperature, composition, speed, etc.) in an integrated computational material engineering (ICME) model
- Overview of field equations in engineering and its application in materials engineering
- Simulation of materials structure, familiarity with dynamic dislocation, cellular automation and phase field along with examples
- Solving CME problems (Numerical simulation of Jominy test and prediction of hardness and structure of Jominy steel sample)
- Introduction to optimization in materials engineering problems, mass balance matrix, standard linear programming (Example: charge calculation for melting furnace)

Computing Materials Science (CMS)

- Introduction to simulation methods for molecular and atomic scale, CMS applications
- Principles of molecular dynamics (MD), computation algorithm of MD (Example: applying shear force on dislocation motion using LAMMPS)
- Introduction to modeling the interaction of particles and material potential functions, LJ function
- Monte Carlo (MC) simulation principles, calculation algorithm of MC
- Principles of DFT simulation, calculation algorithm of DFT, quantum mechanics, Schrödinger equation and its application in computational material science

References:

1- Ahmad Kermanpour, Principles and Applications of Process Simulation
2- Seyed Ebrahim Vahdat, Computer Applications in Metallurgy and Materials Science
3- Bahmani, Baghani, Mirbagheri, Davami, Simulation of Casting Processes, Amirkabir University of Technology Press, 2016
4- Computational Materials Science, a course in TUDelft

Course Title: Principles of Polymer Engineering

Course Goals:

1- Introduction to Polymer classifications
2- Introduction to Physical and Mechanical Properties of Polymers
3- Introduction to Synthesis Methods and Application of Polymers

Syllabus:

- Introduction to polymers and their application
- Thermoplastics, elastomers, and thermostats
- Molecular structure, molecular mass, molecular mass dispersity and its measurement method, spatial configurations of polymer chains, molecular configurations
- Types of copolymers including random, block, graft and alternate
- Crystal structure and crystallinity in polymers, structure of amorphous polymers
- Polymerization and synthesis techniques of polymers
- Melting phenomenon, glass transition temperature, viscoelastic properties of polymers
- Ideal rubber structure, entropy, elasticity, elastic behavior in polymer network, stress-strain relationship - Viscoelastic behavior, creep, stress release, dynamic response, physical aging, Maxwell models, release time distributions, temperature effect
- Plastic deformation, volume deformation, tensile and shear flow, temperature effect, yielding and crazing
- Production methods of polymer parts including extrusion, injection molding, thermal forming, compression and transfer molding, blow molding, casting
- Identification and analysis of polymers through X-ray diffraction, optical and electron microscopy, spectroscopic and thermal methods
- Importance of recycling, its economic aspects, different methods of recycling thermoplastics, thermostats and rubber

References:

1- N. G. McCrum, C. P. Buckley, and C. B. Bucknall, Principles of Polymer Engineering, 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 1997.
2- L. H. Sperling, Introduction Physical Polymer, 4th ed. Pennsylvania: John Wiley & Sons, 2006.
3- F. W. Billmeyer and J. Wiley, Textbook of Polymer, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.
4- I. M. Ward and J. Sweeney, Mechanical Properties of Solid Polymers, 3rd ed. West Sussex: Wiley, 2013.

Course Title: Principles of Ceramics Engineering

Course Goals:

1- Introduction to Properties, Application and Structures of Ceramic Materials

2- Introduction to Production Method of Ceramic Materials

Syllabus:

Introduction to Engineering Materials and Advanced Ceramics

- History of human and materials, definition of advanced materials
- The structure-properties-application relationship in engineering materials

Structure of Ceramic Materials

- Chemical bonds of ceramic materials
- Crystal structure of ceramic materials
- Phase diagrams of ceramic materials
- Structural defects and non-crystalline structures

Properties of Ceramic Materials

- Mechanical properties
- Thermal properties
- Electrical and magnetic properties
- Optical properties
- Chemical properties and corrosion

Applications of Ceramic Materials

- Applications based on thermal properties
- Applications based on mechanical properties
- Applications based on electrical and magnetic properties
- Applications based on optical properties
- Applications based on chemical properties and corrosion

Manufacturing Processes of Ceramic Products

- Raw materials
- Ceramics forming processes
- Powder processes
- Heat treatment and finishing
- Quality assurance

Design using Ceramics

- Materials selection
- Design considerations and attitudes

References:

1- D.W.Richerson, Modern Ceramic Engineering, properties, processing and use in design, CRC Taylor and Francis, 3rd Ed. 2006

2- M. Barsoum, Fundamentals of ceramic Engineering, McGraw-Hill, 1997

3- W.D. Callister and D.G. Rethwisch, Materials Science and Engineering, An introduction, 9th Ed. 2014

4- Yet-Ming Chiang, Dunbar P. Birnie, W. David Kingery, Physical Ceramics: Principles for Ceramic Science and Engineering, Wiley, 1997

Course Title: Biomaterials

Course Goals:

1- Introduction to the Application of Materials in Biomedical Engineering

2- Introduction to the Biocompatibility Properties of Biomaterials

Syllabus:

Introduction to Biomaterial Engineering

- Background, biomaterial classification, performance

Metallic Biomaterials

- Structure, properties and fabrication methods

Ceramic-based Biomaterials

- Structure, properties and fabrication methods

Polymeric Biomaterials

- Structure, properties and fabrication methods

Composite and hybrid biomaterials

- Structure, properties and methods of fabrication

Interaction of Biomaterials and Living System

- Biocompatibility of biomaterials with tissue and blood, biochemistry, proteins, chemical degradation

Determination of Surface and Bulk Properties of Biomaterials

- Surface modification and analysis
- Biological tests

Application of Biomaterials

- Soft tissue replacement
- Hard tissue replacement
- Application in drug delivery systems
- Application of biomaterials in tissue engineering

References:

1- Park and Bronzino, Biomaterials principles and application, CRC press, 2002

2- Park and Lakes, Biomaterials, an introduction, Springer, 2007

3- Chen and Thouas, Biomaterials: a basic Introduction, CRC Press, 2014

Course Title: Modern Physics in Engineering

Course Goals:

1- Introduction to Topics, Concepts and Perspectives of Modern Physics Regarding Matter and Energy

2- Introduction to Quantum Techanics and Building Minimum Scientific Base Needed for Computational Materials Science

3- Developing A Deeper Attitude and Understanding Toward Atomic Materials and Structure (Compared to Classical Newtonian Attitude)

Syllabus:

Classical Transformations

- Review of classical mechanics, classical space-time transformations, velocity and acceleration, classical Doppler effect, classic principle of relativity.

Basic Concepts of Einsteinian Relativity

- Einstein's postulates of special relativity, time interval comparisons, simultaneity and clock synchronization, time dilation paradox

Transformations of Relativistic Kinematics

- Relativistic spatial transformations, relativistic temporal transformations, relativistic velocity transformations, relativistic acceleration transformations, relativistic frequency transformations

Transformations of Relativistic Dynamics

- Relativistic mass, relativistic force, relativistic kinetic and total energy, relativistic momentum, energy-mass correlation, relativistic momentum and energy transformations

Quantization of Matter and Electromagnetic Radiation

- Historical perspective, cathodic and anodic rays, measurement of specific charge of electrons, electron charge and size, modern model of atom, properties and origin of electromagnetic waves, intensity, pressure and power of electromagnetic wave, diffraction of electromagnetic waves, momentum and energy of electromagnetic radiation, photoelectric effect, quantum explanation of photoelectric effect, quantum explanation of Compton effect, relativistic Doppler effect

Quantization of One-Electron Atoms

- Atomic spectra, classical model of the one-electron atom, Bohr model of the one-electron atom, reduced mass and modified Bohr's model, Wilson-Sommerfeld quantization rule, quantization of angular momentum for Bohr electron, quantum numbers

Introduction to Quantum Mechanics

- Equation of motion for a vibrating string, normal models of vibration of a stretched string, traveling waves and classical wave equation, De Broglie's hypothesis, Matter waves, group, phase and particle velocities, Heisenberg's uncertainty principle

Schrödinger's Quantum Mechanics

- one-dimensional time dependent Schrödinger equation, three-dimensional time-dependent Schrödinger equation, time-independent Schrödinger equation, probability interpretation of wave function, conservation of probability, free particle and a constant potential, free particle in box (infinite potential well), wave functions in position and momentum representations, Dirac delta function, expectation values, momentum and position operators, momentum eigenvalue for a free particle in a box, energy operators, Hamiltonian operator, correspondence between quantum and classical mechanics, free particle in three-dimensional box

Classical Statistical Mechanics

- Phase space and microcanonical ensemble, thermodynamic probability, most probable distribution, significance of the partition function, monoatomic ideal gas, equipartition of energy, classical specific heat

Quantum Statistical Mechanics

- Formulation of quantum statistics, thermodynamic probabilities in quantum statistics, Maxwell-Boltzmann statistics revisited, Bose-Einstein statistics, Fermi-Dirac statistics, most probable distribution, Bose-Einstein distribution, Fermi-Dirac distribution, specific heat of a solid

References:
1- Marshall L. Burns, Modern Physics for Science and Engineering -2012- Tuskegee University

Course Title: Nanomaterials

Course Goals:

1- Introduction to The Basics of Materials Behavior in Nanoscale, Applications of Nanoscale Materials, Classification of Nanoscale Materials

2. Introduction to The Synthesize and Characterization Methods of Nanomaterials

Syllabus:

- Introduction to Nanotechnology and Nanomaterials
- Advent of nanotechnology, types of nanotechnologies and nanomachines, bottom-up and top-down approaches, challenges in nanotechnology

Physical Properties of Nanomaterials

- Melting point and lattice constants, (mechanical properties, optical properties: surface plasmon resonance, quantum size effects, electrical conductivity: surface scattering, electronic structure change, quantum transfer, microstructural effect, ferromagnets and dielectrics, effect of nanostructure on magnetic properties, nanomagnets dynamics, super paramagnetic, acoustic properties, surface properties, surface energy, chemical potential as a function of surface curvature, dependence of properties on size)

electrochemical stability, surface charge density, electric potential at the proximity of solid surface, Van der Waals attraction potential, interactions between two particles (DLVO theory)

Classification of Nanomaterials and Effects of Size and Surface-to-Volume Ratio

Zero-Dimensional Nanostructures

- Nanoparticles (homogeneous nucleation, growth of nuclei, synthesis of metallic nanoparticles, synthesis of semiconductor nanoparticles, synthesis of oxide nanoparticles, introduction to sol-gel processing, hydrolysis, vapor phase reactions, solid state phase segregation, heterogeneous nucleation, confined synthesis of nanoparticle, synthesis inside micelles, aerosol synthesis, growth termination, spray pyrolysis, template-based synthesis, epitaxial synthesis, mechanical milling, core-shell nanoparticles

One-Dimensional Nanostructures

- Nanowires and nanorods (spontaneous growth, fundamentals of evaporation, evaporation-condensation process, template-based synthesis (electrochemical and electrophoretic deposition), template filling (electrospinning, lithography)

Two-Dimensional Nanostructures

- Thin films (fundamental of film growth, vacuum science, physical vapor deposition (PVD): evaporation, sputtering, chemical vapor deposition (CVD): reaction kinetics, CVD methods, atomic layer deposition (ALD), superlattices, self-assembly, electrochemical deposition, sol-gel films)
- bulk nanostructured materials (solid disordered nanostructures, synthesis methods, common fracture mechanisms, nanostructured multilayers, nanocomposite and nanoporous materials)

Special Nanomaterials

- Fullerenes and nanotubes, fullerene-derived crystals, graphene, aerographene, nanopores, micro and mesoporous materials, ordered and random mesoporous structures, crystalline microporous materials: zeolites, core-shell structures, organic-inorganic hybrids, nanocomposites and nanograined materials
- structures fabricated by physical techniques, photolithography, phase-shifting photolithography, electron beam lithography, nanomanipulation and nanolithography

Characterization of Nanomaterials

- Structure characterization, SEM, TEM, SPM, XRD, SAXS, gas adsorption, chemical characterization, optical spectroscopy, electron spectroscopy and ionic spectrometry, infrared and Raman spectroscopy, X-ray spectroscopy, magnetic resonance, atomic force microscopy, nanotweezers, luminescence)

Applications of Nanomaterials

- Electromagnetic applications, catalytic applications, biological applications, optical and laser applications

References:

1- Guozhong Cao, Nanostructures & nanomaterials, to synthesis, properties & applications, 2004, Imperial College Press.
2- Mike Ashby, Paulo Ferreira, Daniel Schodek, Nanomaterials, Nanotechnologies and Design, 2009, Elsevier Ltd.
3- Dieter Vollath, An introduction to synthesis, properties and applications, 2nd edition, 2013, Wiley-VCH.
4- Charles P. Poole Jr., Frank J. Owens, Introduction to Nanotechnology, John Wiley and Sons, 2003

Course Title: Materials Chemistry Laboratory

Course Goals:

1- Acquiring Skills in Chemical Synthesis of Materials
2- Introductory to Chemical/Electrochemical Applications of Materials
3- Techniques in Evaluating Materials Properties

Syllabus:

- Introduction to the principles of safety in chemistry laboratories
- Synthesis of graphene oxide (GO) by modified Hummer method
- Crystallization of copper sulfate
- Polymerization of Bisphenol A
- Synthesis of gold nanoparticles by chemical reduction using sodium borohydride and sodium citrate
- Synthesis of magnetite nanoparticles (Fe_3O_4) by co-deposition chemical method
- Synthesis of hydroxyapatite by sol-gel method: sol preparation, aging and gel formation; drying and calcination, evaluating product composition
- Combustion synthesis of TiB_2 by reduction of titanium oxides and boron oxide with the use of magnesium thermite
- Synthesis of silver and copper nanostructures by polyol method, investigation of SPR phenomenon in silver spherical nanoparticles
- Spray pyrolysis process for the production of perovskite particles, precursor preparation, spray preparation and pyrolysis in cylindrical furnace, investigation of product microstructure and chemical composition
- Aluminum/Titanium Anodizing, investigating the effect of electrolyte and time
- Electrochemical synthesis of copper nanoparticles on graphite surface, measurement of specific surface area of nanoparticles
- Electrochemical synthesis of palladium nanoparticles on graphite surface, measurement of hydrogen adsorption and desorption on the surface of nanoparticles

References:

1- M. Edrisi, Manufacture and Application of Nanomaterials, Jahad Daneshgahi of Amirkabir University of Technology Press, 2014
2- B.D. Fahlman, Materials Chemistry, 2nd Ed., Springer, 2008

Common elective courses from Tables 5 to 7

Course Title: Scientific Language
Course Goals: 1- Acquaintance with Specialized Texts and Terms in The Field of Materials and Metallurgy 2- Implementation of the Rules of Writing Scientific-Engineering Texts and Presentation in English
Syllabus: **Studying Excerpt from English Books and Articles on Materials Engineering and Metallurgy** - Developing ability to read and comprehend texts quickly - Becoming familiar with specialized vocabulary and terms - Translating specialized text **Rules of Writing Scientific/Engineering Texts in English:** - Writing thesis, article, and technical report in English. - Practicing report writing as a semester project - Writing a research in the field of materials engineering and metallurgy in English **Rules of Oral Presentation in English** - Slide design, expression technique, preparations for presentation, question and answer - Oral presentation of the article and project in English - Practicing oral presentation as a semester project - Writing a research in the field of materials engineering and metallurgy in English
References: 1- English for Students of Metallurgy, Mohammad Fallah Moghimi, SAMT Press 2 - Selection of Books and Articles on Materials Engineering and Metallurgy in English 3- Royds Irmak, Beginning Scientific English –1975

Course Title: Engineering Economy and Management

Course Goals:

1- Introduction to Theoretical and Practical Principles of Economic and Engineering Economic

2- Introduction to Principles of Industrial Management with A Material Engineering Approach

Syllabus:

- Management (definition, main tasks of a manager, planning, organizing), concept of organizing and types of organizations
- Role of human resources in management (human factors in management (motives, etc.))
- Management in the materials and metallurgical engineering industries, a management problem statement in materials and metallurgy industry
- Production Factors
- Definition of supply and demand, demand sensitivity
- Definition of supply, factors influencing supply, balance between supply and demand
- Types of production costs and its analysis
- Methods of pricing in relation to the degree of monopoly
- Depreciation and its calculation
- Income, difference between income and capital, inflation
- Price components of a manufactured product and calculating prime cost of a product, method of identifying product final price reduction
- Economics in selection of engineering materials
- Supply and demand in steel industry
- Analysis of engineering materials market
- Introduction to metal exchange
- Methods of ordering goods and related issues

References:

1- Engineering Economics, Oskunejad, Amirkabir University of Technology Press, 2010.

2- Principles of Economics, Tahmaseb Mohtasham Dolatshahi, Khojaste Press, 2015.

3- Principles of Management, Ali Rezaian, Samt Press, 2016.

Course Title: Research Method and Report Writing

Course Goals:

1- Introduction to Research Principles and Scientific Method of Research

2- Developing Skills in Planning, Gathering and Presenting Oral and Written Reports

Syllabus:

Introduction

- Importance of research and presentation of scientific documents
- Definition of research and its differences in various sciences

Basic Concepts in Research

- Definitions including science, hypothesis, development, creativity and innovation
- Types of research
- Research method in materials engineering

Principles of Research Method

- Problem selection
- Setting goals, questions, assumptions and variables
- Scientific sources, literature review and information gathering
- Classical (books, etc.) and modern (databases, etc.) gathering information tools
- Research methods for problem solving (analytical method, descriptive method and design of experiment)
- Processing, analyzing and interpreting information and validating results and familiarity with capabilities of existing softwares
- Research Ethics
- Scheduling and budgeting

Reporting

- Rules of writing a scientific report in Persian language
- Common templates for editing a scientific report
- Orally representation of research results
- Letter Writing
- Preparation of Resume (Biography)
- Familiarity with reporting softwares and tools

Conducting a Scientific Research, Presenting Oral and Written Report

References:

1- Reza Safabakhsh, Research and Presentation in Engineering, Amirkabir University of Technology Press, 2013

2- Mohammad Javad Ketabdari, Mohammad Saghi, Basics and Principles of Engineering Research, Amirkabir University of Technology Press, Third Edition, 2012

3- D. Beer, D. McMurry, A Guide to Writing as an Engineer, 4th Ed., Wiley, 2013

4- M. Alley, The Craft of Scientific Research, 4th Ed., Springer, 2018