جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی مواد

Materials Engineering

مقطع

کارشناسی ارشد ناپیوسته

گرایش

Ceramics	سرامیک

گروه فنی و مهندسی

پیشنهادی دانشگاه علم و صنعت ایران

باسمه تعالی

نام رشته: مهندسی مواد

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

زیرگروه تحصیلی: مهندسی مواد و متالورژی

پیشنهادی: دانشگاه علم و صنعت ایران

عنوان گرایش: سرامیک

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد ناپیوسته

نوع مصوبه: بازنگری

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۴/۱۲

برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته مهندسی مواد گرایش سرامیک، در جلسه شماره ۱۷۱ تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۱۲ کمیسیون برنامه‌ریزی درسی، محتوا و سرفصل رشته‌های تحصیلی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می‌شوند، قابل اجرا است.

ماده دو – این برنامه درسی، جایگزین برنامه درسی رشته مهندسی مواد گرایش سرامیک مصوب جلسه ۸۸ تاریخ ۱۳۶۶/۰۴/۰۶ شورای عالی برنامه‌ریزی می‌شود.

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

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

دکتر رضا نقی‌زاده
مدیر کل دفتر برنامه ریزی آموزش عالی
و دبیر کمیسیون

دکتر قاسم عموعابدینی
معاون آموزشی و رئیس کمیسیون

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی و آموزشی

بازنگری دروس کارشناسی ارشد مهندسی مواد گرایش سرامیک

مجری:

دکتر حسین سرپولکی

عضو هیئت علمی گروه سرامیک

گروه سرامیک

دانشکده مهندسی موادو متالورژی- دانشگاه علم و صنعت ایران

باهمکاری: گروه های سرامیک دانشگاه تبریز و شاهرود

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشگاه‌های همکار: دانشگاه های تبریز و صنعتی شاهرود

دانشگاه تبریز
University of Tabriz

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشگاه صنعتی شاهرود

برنامه درسی رشته

مهندسی مواد- گرایش سرامیک

MATERIALS ENGINEERING- CERAMICS

مقطع کارشناسی ارشد

تهیه کنندگان:

دکتر حسین سرپولکی: عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی, گروه سرامیک

دکتر بیژن افتخاری یکتا: عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی مواد و متالورژی, گروه سرامیک

دکتر محمد تقی همدانی: عضو هیات علمی دانشگاه تبریز، دانشکده مهندسی مکانیک, گروه مهندسی مواد

دکتر مریم شجاعی بهاباد: عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده مهندسی شیمی و مواد

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی (مصوب ۱۳٦٦/٤/٦)	در برنامه بازنگری شده(۱٤۰۰)
۱.	فرایند های قبل از پخت	بازنگری اساسی محتوا, تلفیق با شکل دادن پیشرفته و تغییر عنوان به "سنتز و فرایندهای قبل از پخت" ، بازنگری مراجع
۲.	سرامیک های مهندسی اکسیدی	بازنگری اساسی محتوا, تلفیق با سرامیک های مهندسی اکسیدی و تغییر عنوان به "سرامیک های مهندسی پیشرفته" ، بازنگری مراجع
۳.	سرامیک های مهندسی غیر اکسیدی	بازنگری اساسی محتوا, تلفیق با سرامیک های مهندسی غیر اکسیدی و تغییر عنوان به "سرامیک های مهندسی پیشرفته" ، بازنگری مراجع
۴.	خطاهای اندازه گیری در تحقیق مواد	بازنگری اساسی محتوا, افزودن طراحی آزمایش و تغییر عنوان به " خطاهای اندازه گیری و طراحی آزمایش در تحقیق مواد "، بازنگری مراجع
۵.	اصول رشد بلور	بازنگری محتوا, بازنگری مراجع
۶.	تئوری پیشرفته شیشه	بازنگری اساسی محتوا, بازنگری مراجع
۶	شکل دادن پیشرفته سرامیک ها	حذف
۷	تئوری, خواص و تکنولوژی ساخت نیمه هادیها	حذف
۸	چسب های سرامیکی	بازنگری محتوا, بازنگری مراجع
۹	رنگ های سرامیکی	بازنگری محتوا, بازنگری مراجع
۱۰	خواص مواد پیشرفته	بازنگری اساسی محتوا, کاهش واحد از ۳ به ۲ بازنگری مراجع
۱۱	سمینار	کاهش واحد از ۲ به ۱
۱۲	روشهای پیشرفته شناخت و آنالیز مواد	درس جدید اضافه شد
۱۳	ترمو دینامیک پیشرفته	درس جدید اضافه شد
۱۴	کاربرد نمودارهای فازی چند جزئی در سرامیک	درس جدید اضافه شد
۱۵	سرامیک های الکتریکی –مغناطیسی	درس جدید اضافه شد
۱۶	روش تحقیق در مهندسی مواد	درس جدید اضافه شد
۱۷	دیرگداز های نوین	درس جدید اضافه شد

۱۸	نانو مواد	درس جدید اضافه شد
۱۹	بایومواد	درس جدید اضافه شد
۲۰	مباحث ویژه در سرامیک	درس جدید اضافه شد
۲۱	سرامیک های سیلیکاتی	درس جدید اضافه شد
۲۲	داده پردازی در مهندسی مواد	درس جدید اضافه شد



فصل اول

مشخصات کلی برنامه درسی

برنامهٔ درسی دورهٔ کارشناسی ارشد مهندسی مواد گرایش سرامیک

الف) مقدمه

برنامهٔ درسی دورهٔ کارشناسی ارشد *"مهندسی مواد گرایش سرامیک"* مجموعه ای از دروس نظری و پروژه تحقیقاتی است که به منظور پژوهش در خواص و روش ساخت سرامیکها برنامه ریزی شده است.
درگرایش سرامیک کاربرد علوم جهت شناسائی خواص مواد غیر فلزی و تکنولوژی ساخت آنها مورد مطالعه قرار می گیرد.

ب) مشخصات کلی، تعریف و اهداف

با توجه به توسعه چشمگیر صنایع سرامیک ایران در سه دهه اخیر، لزوم توجه به تربیت نیروی انسانی متخصص بیشتر احساس می شود.
هدف از آموزش این مجموعه تربیت نیروی انسانی مورد نیاز مرکز تحقیقاتی، صنعتی و آموزشی است. فارغ التحصیلان این مجموعه می توانند در رابطه با زمینه تحقیقاتی خود به فعالیتهائی از قبیل موارد زیر پردازند:
الف- طراحی جنس، انتخاب مواد و ارائه روشهای ساخت انواع سرامیکها بخصوص سرامیکهای نوین.
ب- همکاری در زمینه طراحی، تأسیس و گسترش مراکز صنعتی، تحقیقاتی و آموزشی کشور در قلمرو سرامیک.
ج- انجام فعالیتهای آموزشی و تحقیقاتی در مراکز آموزشی عالی و مؤسسات تحقیقاتی کشور.

پ) ضرورت و اهمیت

تاکنون در زمینه سرامیک (به معنای عام آن که کل مواد معدنی غیر فلزی را در بر میگیرد از جمله: شیشه ها، دیرگدازها، سرامیکهای الکتریکی-نوری و ...) تحقیقات و مطالعات بسیار کمی در کشور ما انجام گرفته است. با توجه به این موضوع که اینگونه مواد امروزه در دنیا کاربردهای وسیعی پیدا کرده و همه روزه کاربردهای نوینی برای آنها یافت میشود و امروزه تحقیق بر روی انواع سرامیکها بویژه سرامیکهای نوین، کاربیدها، نیتریدها، بوریدها، انواع شیشه ها، شیشه – سرامیکها و سرامیکهای الکتریکی و نوری و غیره اهمیت زیادی یافته است. این موضوعات در ارتباط با صنایع الکترونیک و مخابرات و یا در ارتباط با کار در دماها و فشارهای بسیار بالا و محیطهای خورنده و ساینده (چه بصورت تیغه های توربین های گازی یا در موتورهای احتراقی و غیره) و گاه در ارتباط با فضا پیماها و وسائل و ادوات جنگی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. هم چنین کاربرد های نوین سرامیک در حوزه بایو تکنولوژی و نانو تکنولوژی و سایر زمینه ها از فعالترین حوزه های تحقیق در مهندسی و علم مواد می باشند. بنابر این ارائه گرایش سرامیک می تواند نقش عمده ای در نیل به خودکفائی آموزشی، پژوهشی و صنعتی در زمینه های فوق الذکر داشته باشد.

ث) مهارت، توانمندی و شایستگی دانش آموختگان

مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانمندی‌های ویژه	دروس مرتبط
استفاده از فناوری ها، علوم روز و ابزارهای مدرن در فعالیت های مرتبط با علم و مهندسی سرامیک	همه دروس
تحلیل پدیده های مرتبط با مهندسی سرامیک و کاربرد	سنتز و فرایندهای قبل از پخت سرامیک - سرامیکهای مهندسی پیشرفته)سرامیک های سازه ای)- چسبهای سرامیکی سرامیک های سیلیکاتی
آشنایی با فرایندهای متداول و نوین مهندسی سرامیک	سنتز و فرایندهای قبل از پخت سرامیک- تئوری پیشرفته شیشه کاربرد نمودارهای فازی چند جزئی در مهندسی سرامیک
شناخت مشکلات تخصصی و بررسی روش های رفع آنها	سرامیک های سیلیکاتی دیرگدازهای نوین رنگ و پوشش های سرامیکی
آشنایی با مباحث علمی روزآمد	خواص مواد پیشرفته- ترمودینامیک پیشرفته نانو مواد - مباحث ویژه در سرامیک- تئوری پیشرفته شیشه سمینار
شناخت و بهبود خواص مواد مهندسی	خواص مواد پیشرفته اصول رشد بلور سرامیک های الکتریکی-مغناطیسی
مهارت نرم افزازی مرتبط با کاربرد علوم و مهندسی سرامیک	روش تحقیق در مهدسی مواد- داده پردازی در مهندسی کاربرد نمودارهای فازی چند جزئی در مهندسی سرامیک

ج) شرایط و ضوابط ورود به دوره

الف- شرایط عمومی:
جنیست: مؤنث و مذکر
ب- شرایط اختصاصی:
رشته / گرایشهای مورد قبول برای امتحان ورودی عبارتند از:
کارشناسی مواد و متالورژی، فیزیک، شیمی و الکترونیک
ج- مواد امتحانی
۱- زبان تخصصی
۲- ترمودینامیک مواد در حد دوره های کارشناسی
۳- خواص مواد (خواص الکتریکی، مغناطیسی، مکانیکی، حرارتی، نوری، صوتی)
۴- استحاله ها و دیاگرامهای فازی
۵- کریستالوگرافی
آزمون در سطح کارشناسی سرامیک خواهد بود.

فصل دوم

جدول عناوین و مشخصات دروس

جدول۱-توزیع واحدها

ردیف	نوع دروس	تعداد واحد
۱	دروس اجباری	۱۴
۲	دروس انتخابی دانشکده	۶
۳	دروس انتخابی دانشجو	۶
۴	پایان نامه	۶
	جمع واحدها	۳۲

جدول ۲- دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	مواد اولیه سرامیک و فراوری	۳	۳۴	–	–	۴۸	–	–	–
۲.	آز مواد اولیه سرامیک و فراوری	۱	–	۱	–		۳۲	-	–
۳.	فرایند ساخت سرامیک ۱	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۴.	آز فرایند ساخت سرامیک ۱	۱	–	۱	–		۳۲	–	–
۵.	فرایند ساخت سرامیک ۲	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۶.	آز فرایند ساخت سرامیک ۲	۱	–	۱	–		۳۲	–	–
۷.	ساختار سرامیک	۱	۱	–	–	۱۶	–	–	–

توجه. دروس جبرانی از دروس کارشناسی گرایش سرامیک و با توجه به رشتهٔ کارشناسی دانشجو و با تشخیص و تایید گروه سرامیک مشخص می شود.

جدول ۳- عنوان و مشخصات دروس اجباری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	سنتز و فرایندهای قبل از پخت سرامیک	۳	۳	-	-	۴۸	-	-	-
۲.	روشهای پیشرفته شناخت و آنالیز مواد	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۳.	سرامیکهای مهندسی پیشرفته (سرامیک های سازه ای)	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۴.	خطاهای اندازه گیری و طراحی آزمایش در تحقیق مواد	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۵.	ترمودینامیک پیشرفته	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۶.	خواص مواد پیشرفته	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۷.	کاربرد نمودارهای فازی چند جزئی در سرامیک	۱	۱	-	-	۱۶	-	-	-
جمع واحدهای دروس اجباری		۱۴							

جدول ۴- عنوان و مشخصات دروس انتخابی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	اصول رشد بلور	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۲. *	تئوری پیشرفته شیشه	۲	۲	-	-	۳۲	-	-	-
۳. *	سمینار	۱	۱	-	-	۱۶	-	-	-
۴.	چسبهای سرامیکی	۲	۲	-	-	۳۲	-		

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۵.	رنگ و پوشش های سرامیکی	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۶. *	سرامیک های الکتریکی–مغناطیسی	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۷. *	روش تحقیق در مهندسی مواد	۱	۱	–	–	۱۶	–	–	–
۸.	دیرگدازهای نوین	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۹.	نانو مواد	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۱۰.	بایومواد	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۱۱.	مباحث ویژه در سرامیک	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۱۲.	سرامیک های سیلیکاتی	۲	۲	–	–	۳۲	–	–	–
۱۳.	داده پردازی در مهندسی مواد	۱	۱	–	–	۱۶	–	–	–

دروس انتخابی دانشکده ۶ واحد و دروس انتخابی دانشجو ۶ واحد, مجموع دروس انتخابی ۱۲ واحد

تذکر:

۱–دروس انتخابی دانشکده به تعداد ۶ واحد از میان دروس اختیاری وتوسط شورای گروه سرامیک دانشکده و تصویب دانشکده مهندسی مواد و متالورژی تعیین و تصویب می شود.

۲–گذراندن دروس انتخابی دانشکده که با ستاره(*)مشخص شده اند برای کلیه دانشجویان الزامی است .

۳–دانشکده ها می توانند پس از سه سال اجرای دوره ،در خصوص دروس انتخابی تجدید نظر کنند.

۴– دروس انتخابی دانشجو با مشاوره و تائید اساتید راهنمای پروژه به تعداد ۶ واحد و متناسب با پروژه انتخابی دا نشجو تعیین می شود.

۵– موضوع درس مباحث ویژه توسط گروه سرامیک برای دوسال تعیین و تصویب می گردد

فصل سوم

ویژگی‌های دروس

عنوان درس به فارسی:	سنتز و فرایندهای قبل از پخت سرامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	**Synthesis and processing before firing of ceramics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی اجباری** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۳		**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	٤٨		**رساله / پایان‌نامه** ☐

الف) هدف کلی:

آشنایی با روش های سنتز پودر سرامیک و فرایندهای قبل از پخت سرامیک ها

اهداف ویژه:

آشنایی با سنتز سرامیک ها و شناخت پودر سرامیک و اصول فراوری در ساخت سرامیک

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- معرفی و طبقه بندی سنتز پودرهای سرامیکی, سنتز شیمیایی, آلیاژسازی مکانیکی, سنتز احتراقی و هیدروترمال, سل ژل, هیدرولیز, انجمادی, سنتز نانو پدرها
- آشنایی با پودرها: پودرهای اکتیو، اندازه و شکل دانه ها، اندازه دانه, تعریف و انواع آگلومره, گرانول و بریکت سازی, اهمیت آنها در فراوری,
- اصول سایش و خردایش, مبانی کنترل اندازه ذرات, سنک شکن, بالمیل, فست میل, آسیاب ماهواره ای
- آشنایی با فلاک و فلوکولاسین دوغاب ها, روان سازی, رئولوژی و ارزیابی سیالیت, رفتارهای جریانی, تیکسوتروپی و رئوپکسی
- -معرفی انواع و طبقه بندی روش های ساخت سرامیک, ریخته گری دوغابی و ژلی, شکل دادن پلاستیک, اکستروژن, قالبگیری تزریقی, پرس گرم, سرد, ایزواستاتیک و روشهای آماده سازی مواد در آنها

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

- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از روش های سنتز و ساخت سرامیک ها
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی و راه های اندازهگیری بر مبنای منابع, جهت تبیین اهمیت کاربردی درس, به منزله پروژه های اختیاری درس

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

فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی: (۳ تا ۵ مورد را ذکر نمایید)

1. “Physical Ceramics, Principles for Ceramic Science and Engineering” Y-M Chiang, D. Birnie and W. D. Kingery.
2. “Ceramic Processing Before Firing” G. Onoda, L.Hench, 1978
3. “CeramicsProcessing and Sintering” M. N. Rahaman
   (ترجمه: فراوری پیشرفته سرامیک, حسین سرپولکی و همکاران)
4. “Modern Ceramic Engineering” D. W. Richerson
5. “Advances in Ceramics- Synthesis & Characterization, Processing and specific Applications”, ed. Costas Sikalidis

عنوان درس به فارسی:	روشهای پیشرفته شناخت و آنالیز مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced methods of material characterization and analysis**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی اجباری** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۲		**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ۳۲		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز):

سفر علمی ☐ **آزمایشگاه** ☐ **سمینار** ☐ **کارگاه** ■ **موارد دیگر:** .....

الف) هدف کلی:

آشنایی با انواع روش های تعیین مشخصات مواد مهندسی

ب) اهداف ویژه

شناخت مبانی کارکرد و روش های آنالیز تخصصی سرامیک ها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- اصول پراش اشعه X،شدت اشعه در پدیده پراش، پخش اشعه توسط الکترون، اتم و واحد شبکه، فاکتورهای مختلف که بر روی شدت اشعه اثر می گذراند، آنالیز کمی با روش XRD، روشهای استاندارد استفاده از اشعه X برای اندازه گیری پارامتر شبکه، اندازه دانه ها، ضخامت پوششها،
- آنالیز شیمیائی توسط روش XRF، اسپکترومترهای نوع WD، اسپکترومترهای نوع ED، آنالیز کمی و کیفی در روش XRF،
- روشهای آنالیز سطوح، روش اسپکترومتری پخش یونها (ISS)، روش طیف سنجی یونهای ثانویه SIMS، روش اوژه AES، روش ESCA، اهمیت آنالیز سطوح در مطالعات محصولات سرامیکی، روش ESR، مطالعه عیوب کریستالی توسط ESR، برخورد الکترون با ماده،
- روشهای میکروسکوپ الکترونی، مکانیزم تشکیل تصویر در SEM، اهمیت SEM/EPNA در حل مسائل سرامیک، اهمیت استفاده از کامپیوتر در روشهای آنالیز پیشرفته.
- اصول تئوری و تصویر در میکروسکوپ های الکترونی عبوری TEM، الگوی پراش در TEMدر شناسایی فازها ،میکروسکوپ های SPMو AFM.
- بررسی اهمیت ریز ساختار و چگونگی مطالعه ریزساختاری سرامیکها, معرفی نرم افزارهای آنالیز تصویری
- مقدمه ای بر روشهای آنالیز حرارتی سرامیکها DTA، TG،STA.
- دیلاتومتری و اندازه گیری انبساط حرارتی

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

- نشان دادن فیلم، تصاویر و اطلاعات گرفته شده از دستگاههای آنالیز
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

فیلم های آموزشی, گزارش های آنالیز دستگاههای مختلف, اتصال به اینترنت به منظور ارائه نتایج محققان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. “Advanced Techniques for Materials Characterization”, A. K. Tyagi, Mainak Roy, S. K. Kulshreshtha and S. Banerjee, 2009
2. “Materials Characterization Techniques”, Sam Zhang, Lin Li, Ashok Kumar, 2008
3. : The Principles and Practice of Electron Microscopy: Watt, Ian,
4. “Sample Preparation Handbook for Transmission Electron Microscopy” Jeanne Ayache, Luc Beaunier, Jacqueline Boumendil, Gabrielle Ehret, Danièle Laub, 2010
5. “ Multifunctional Two- and Three-Dimensional Polycrystalline X-Ray Diffractometry, Cong Qiuzi, Yu Xiang, He Li, 2010

عنوان درس به فارسی:	سرامیکهای مهندسی پیشرفته (سرامیک های سازه ای)		
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Engineering Ceramics(Structural Ceramics)**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی اجباری** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**2**		**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**32**		**رساله / پایان‌نامه** ☐

الف) بخش سرامیکهای مهندسی پیشرفته اکسیدی

- **یادآوری انواع پیوند های شیمیایی در سرامیک های مهندسی** اکسیدی (کووالانت،یونی و.....) و نقش آنها در تامین انواع خواص و کاربرد(حرارتی، دیرگدازی، مکانیکی الکتریکی، مغناطیسی، اپتیکی و نظایر آنها.

تقسیم بندی سرامیک های مهندسی اکسیدی (آلومینا, زیرکونیا, ایتریا, مگنزیا, اورانیا, اکسیدهای بریلیم و تیتانیم و ...)

- تیالیت: ساختمان، خواص، دیاگرام، روشهای مختلف سنتز (حالت جامد، سل ژل)

دلایل ناپایداری تیالیت، افزودنی های مناسب برای افزایش پایداری، تاثیر اتمسفر کار بر روی پایداری تیالیت

- بررسی سینیتیک و ریزساختار تجزیه تیالیت، کامپوزیتهای تیالیت و اکسیدهای دیگر، کاربردهای تیالیت

اسپینل آلومینات منیزیم(ساختمان، خواص، دیاگرام) انواع اسپینل، روشهای مختلف سنتز(حالت جامد و شیمیایی)، تاثیر اتمسفر کار بر روی پایداری اسپینل، مکانیزم تشکیل(نفوذ دوجانبه)، کاربردهای اسپینل

مولایت، انواع مولایت در بدنه های سه جزیی، انواع مولایت از نظر دیاگرام Al_2O_3-SiO_2، روشهای سنتز مولایت(جامد و شیمیایی)، تاثیر اتسمفر بر پایداری مولایت

- آلومینای آلفا و خواص آن، بوکسیت و فرایند بایر و پارامترهای آن، کلسیناسیون هیدروکسید و اکسی هیدروکسیدآلومینیوم در دماهای مختلف و تشکیل آلومیناهای مختلف، روشهای شیمیایی سنتز آلومینای خلوص بالا و با اشکال ویژه، کاربردهای مختلف انواع آلومینا
- زیرکونیا و تبدیلات پلی مورفیک آن، مکانیزمهای افزایش چقرمگی در بدنه های زیرکونیایی، طرز تهیه زیرکونیا از زیرکن

ب) بخش سرامیکهای مهندسی پیشرفته غیر اکسیدی

- **تقسیم بندی سرامیک های مهندسی اکسیدی** (آلومینا, زیرکونیا, ایتریا, مگنزیا, اورانیا, اکسیدهای بریلیم و تیتانیم و ...) و غیر اکسیدی(کاربید سیلیسیم ،نیترید سیلیسیم ،دی سیلیسید مولیبدنیم ،گرافیت ،کربن ،الماس و سیالون ها)
- یادآوری انواع باندهای موجود در سرامیک های مهندسی (کووالانت،یونی و.....)، نقش پیوند در خواص مکانیکی, تئوری نابجائی, نقایص شبکه
- تقسیم بندی انواع سرامیکهای غیر اکسیدی و معرفی آنها
- مقایسه ساختار و خواص مکانیکی و ترمومکانیکی سرامیکهای اکسیدی و غیر اکسیدی

- **تحلیل ساختار و خواص فیزیکی و مکانیکی** انواع کاربیدهای و نیتریدهای فلزی و مقایسه آنها با انواع کاربیدها و نیترید های سرامیکی
- عوامل موثر بر مقاومت شوک حرارتی

ارزیابی آماری شکست و مدل های آن

- معرفی انواع بدنه های SiC، معرفی روشهای مختلف سنتز پودر و ساخت بدنه های SiC خواص مکانیکی و کاربردهای آن
- معرفی بدنه های B_4C، معرفی روشهای مختلف سنتز پودر و ساخت بدنه های B_4 ،مکانیزم سینترینگ و خواص مکانیکی و کاربردهای آن
- معرفی بدنه های Si_3N_4، معرفی روشهای مختلف سنتز پودر و ساخت بدنه های Si_3N_4، مکانیزم سینترینگ بدنه های نیترید سیلیسیوم، خواص مکانیکی و کاربردهای آن
- معرفی بدنه های AlN، معرفی روشهای مختلف سنتز پودر و ساخت بدنه های AlN، خواص مکانیکی و کاربردهای آن
- معرفی بدنه های اکسی کاربید و اکسی نیترید ها, SIALON، معرفی روشهای مختلف سنتز پودر و ساخت بدنه های SIALON، ، خواص مکانیکی و کاربردهای آن

Reference:

1- McColm, I.J, Ceramic science for materials technologists, Glasgow , L. Hill, New York, 1983.
2- Pascoe, K. J. The properties of engineering materials, London, New York Van Nostrand Reinhold, 1978.
3- Pampuch, Roman, Ceramic materials: an Introduction to their properties, Amsterdam, New York Elsevier Scientific Pub. Co, 1976.
4- Oxid Ceramics Eugene Rgshkewich.
5- Alumina as a ceramic material Walter H. Gitzen.
6- Sturt Hampshire, Non-Oxide Technical and Engineering Ceramics, 1982.
7- Non-oxide technical and engineering ceramics, London, New York Elsevier Applied Science, New York, NY, USA, Elsevier Science Pub, c1986.
8- Richerson, David W., Modern ceramic engineering: properties, processing and use in design, New York, M. Dekker, c1988.
9- Shinrokn Saito, Fireceramics, 1988.
10- Silicon Based Structured Ceramics, 1994.
11- Alumina, Processing, Properties and applications, E. Dorr, 1984.
13-Wykeham, The physical property of glass, 1973.
14-The Structure of glass, 1958.

عنوان درس به فارسی:	خطاهای اندازه گیری و طراحی آزمایش در تحقیق مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Measurement errors and experimental design in materials research	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:		**پایه** ☐	**نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:		**تخصصی اجباری** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۲		**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ۳۲		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز):

سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ■ کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی: شناخت اصول بررسی خطاها و طراحی آزمایش

ب) اهداف ویژه آشنایی با روش های محاسبه و ارزیابی خطاهای اندازه گیری و آشنایی با طراحی آزمایش در تحقیق در مهندسی مواد

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

آنالیز نتایج، ثبت نتایج آزمایش، دقت در اندازه گیری، موارد غیر ممکن بودن اندازه گیری مقدار حقیقی

- معرفی و اصول بکارگیری نرم افزارها
- روند کردن مقادیر تجربی، تقریب، خطاها، مقدمه ای بر احتمالات نمودار و همبسته: نمودار، همبسته، تطابق منحنی، خطاها و عدم اطمینان خطاهای سیستماتیک ورندو، توزیع متعادل، خطاهای ثبت نتایج در حد قابل قبول، روشهای تجربی، تحقیقات تئوری، تحقیقات تجربی، برنامه ریزی آزمایش، برنامه ریزی کلاسیک و پارامترهای مختلف مؤثر، برنامه ریزی تحقیق، مثالهای برنامه ریزی
- -، روشهای اندازه گیری: خطاهای دستگاههای اندازه گیری، (فشار و سرعت، جریان الکتریکی، انرژی حرارتی، درجه حرارت و صوت)
- اندازه گیریهای استاتیک، اندازه گیری تغییر مکان، اندازه گیری نیرو و خطاهای اندازه گیری.
- آشنایی با اصول طراحی آزمایش, اصول و اهداف, انواع نرم افزارهای طراحی آزمایش, انواع نرم افزار رایج در تحقیق در مهندسی مواد و بویژه مهندسی سرامیک, مزایا و محدودیت ها

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

- اجرای نرم افزار های منتخب در کلاس

- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده در نرم افزارها

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع و نرم افزار هاجهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

نرم افزارها, کامپیوتر و اتصال به اینتر نت بمنظور ارائه نتایج محققان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- "روش‌های اندازه‌گیری و برآورد خطا", مهرداد آقایی حفری, ۱۳۹۶

۲- " کاربرد آمار و طراحی آزمایش ها در علوم و مهندسی ", شهره فاطمی, مائده سلماسی, ۱۳۹۶

۳-"اندازه گیری و خطاها", مصطفی جعفرزادگان, مصطفی حاجیان حیدری, ۱۳۹۸

4- “Measurement and Teir Uncertainty”, Ifan, G. Hughes, Thomas, P. A. Hase, 2010.

5- “Design of Experiments for Engineers and Scientists”, Jiju Antony, 2014

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

فر علمی ☐ **آزمایشگاه** ☐ **سمینار** ☐ **کارگاه** ☐ **موارد دیگر:** .....

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

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

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

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

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

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

- ارائه تمرین‌های درسی کاربردی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

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

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

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Laughlin, David E.., Gaskell, David R.. Introduction to the Thermodynamics of Materials. United Kingdom: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018..
2. Swalin, Richard A.. Thermodynamics of Solids. United Kingdom: Wiley, 1962.
3. F.D. RICHARDSON, Physical Chemistry of Melts in Metallurgy, Vol. 1 &2 , Academic Press, Oxford, 1974.
4. Lupis, C. H. P.. Chemical Thermodynamics of Materials. Singapore: Prentice Hall, 1993.
5. Ragone. Thermodynamics of Materials. Canada: John Wiley & Sons Incorporated, 1995.

عنوان درس به فارسی:	خواص مواد پیشرفته		
عنوان درس به انگلیسی:	Advance Properties of Materials		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:			پایه☐ نظری■
دروس هم‌نیاز:			تخصصی اجباری■ عملی ☐
تعداد واحد:	۲		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی☐
تعداد ساعت:	۳۲		رساله / پایان‌نامه☐

الف) هدف کلی: آشنایی دانشجو با خواص اصلی مواد سرامیکی

ب) اهداف ویژه ایجاد توانایی در دانشجویان برای تحلیل خواص مواد و کاربرد بهینه آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- خواص حرارتی و نوری شامل: خواص حرارتی و نوری جامدات ، ضریب هدایت حرارتی جامدات و وابستگی آن به درجه, حرارت و عیوب کریستالی، ضریب هدایت حرارتی در مواد چند فاز ، تاثیر تخلخل بر هدایت حرارتی ، مقایسه مکانیسم های مختلف هدایت حرارتی، خواص نوری جامدات(تئوری الکترونی جذب و انعکاس , عبور اپتیکی مستقیم و غیر مستقیم)، بررسی ساختمان نواری توسط جذب و انعکاس نور , تئوری و تحقیق جذب نور تو سط Excition و انعکاس و جذب نور بوسیله بارهای آزاد.
- ئوری لومینانس و ترکیب مجدد (لومینانس بوسیله الکترونها و حفره در عبور مستقیم توسط ناخالصیها)
- تئوری و تحقیق اپتیک غیر خطی(پدیده یوکس)
- خواص نوری سرامیکها, - تئوری الکترونی جذب ,انعکاس, شکست, عبور و گسیل
- خواص مکانیکی سرامیک ها شامل: مروری بر رفتار مکانیکی سرامیک ها تحت بار, استحکام جامدات ایده ال, مکانیک شکست الاستیک خطی, روش های اندازه گیری تافنس شکست سرامیک ها, بررسی آماری استحکام سرامیک ها
- رشد ترک زیر بحرانی در سرامیک ها, رشد ترک پایدار و رفتار R-curve
- مروری بر سازوکارهای چقرمه کردن سرامیک ها و اثر ریزساختار بر این ویژگی

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

ارایه تکالیف کلاسی، استفاده از فرایند پرسش و پاسخ، ارایه سمینارهای درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی)

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۵۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۵۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی، لوازم کمک آموزشی مانند ویدئو پرژکتور، تخته سفید

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Kittel, Charles, Introduction to Solid State Physics. 8th ed. Wiley, 2004. ISBN: 97804714152.
2. Pierret, Robert F., Semiconductor Fundamentals: Volume I. 2nd ed. Prentice Hall, 1988. ISBN: 9780201122954
3. Solomon Musikant, Optical Materials: An Introduction to Selection and Application, CRC Press, 2020, ISBN:9781000723335
4. Callister, William G., Rethwisch, David G., Fundamentals of Materials, Science and Engineering, An Integrated Approach, Wiley, ISBN 9781119175483
5. John B. Wachman, W. Roger Cannon, and M. John Matthewson, Mechanical Properties of Ceramics, Second Edition, John Willey & Sons, 2009.
6. R.W.Davidge, Mechanical Behaviour of Ceramics, Cambridge University Press,1980
7. Roy W. Rice, Mechanical Properties of Ceramics and Composites, Grain and Particle Effects, Taylor and Francis Group, 2000.

عنوان درس به فارسی:	کاربرد نمودارهای فازی چند جزئی در سرامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	Application of Multicomponent Phase Diagrams in Ceramics		نوع درس و واحد
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه☐ نظری■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی اجباری■ عملی☐
تعداد واحد:	۱		تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی☐
تعداد ساعت:	۱۶		رساله / پایان‌نامه ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): کلاس حل تمرین ■, سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر..... :

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی و روشهای تحلیل کاربردی نمودارهای چند جزئی در سرامیک

ب) اهداف ویژه

شناخت اصول و کاربرد سیستم های مختلف سرامیک از طریق تحلیل فازی نموارهای فازی چند جزئی آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مروری بر نمودارهای فازی دو و سه جزئی و روش سرد کردن تعادلی و شناسایی فازهای تعادلی تشکیل شده در هر مرحله
- بررسی سیستم های سه, چهار و چند جزئی سیلیکات ها و آلومینو سیلیکات ها(حاوی کلسیا, منیزیا, کرومیا, اکسید آهن و ...) در صنایع متداول سرامیک(چینی, کاشی, شیشه و سرامیک های صنعتی)
- نمودارهای فازی مورد استفاده در صنعت دیرگداز شامل اکسید ها و غیر اکسیدها
- مطالعه اکسیداسیون و هیدراتاسیون فلزات و سرامیک ها بکمک نمودارهای چند جزئی سرامیک-
- بررسی مقاومت به خوردگی و رفتار سرباره خوردگی و فلز خوردگی سرامیک ها از طریق نمودارهای فازی
- معرفی و کاربرد نرم افزار های نمودار فازی
- اصول طراحی مواد نوین به کمک نمودارهای فازی
- ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:
- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از انواع نمودارهای فازی
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و نرم افزارهای تعادل فازی
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت و نرم افزارهای مربوط و حل مسایل نمونه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های ارزیابی نوع و مقدار فازها جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

نرم افزارها, فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. “Introduction to Phase Diagrams in Materials Science and Engineering”, Hiroyasu Saka , 2020.
2. “Applications of Phase Diagrams in Metallurgy and Ceramics”, Gesina C. Carter, 2009.
3. “Phase Diagrams and Thermodynamic Modeling of Solutions 1st Edition”, Arthur D. Pelton, 2018.
4. “Phase Diagrams and Ceramic Processes”, Anna E. McHale, 1998.
5. Introduction to Phase Equilibria in Ceramic Systems”, F. A. Hummel, 2020

عنوان درس به فارسی:	**اصول رشد بلور**		
عنوان درس به انگلیسی:	Principles of crystal growth	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	-	**پایه** ☐	**نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:	-	**تخصصی اجباری** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۲	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۲	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی و روشهای مختلف رشد بلور

ب) اهداف ویژه

شناخت اصول و روش های رشد بلورهای سرامیکی و کاربرد آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- بلورها و خواص عمومی آنها (تعریف بلور، پلی بلورها، تک بلورها، عیوب بلوری)، ترمودینامیک رشد بلور
- انواع پروشهای رشد بلور، تعادل ترمودینامیکی در رشد بلور، قانون فاز، دیاگرامهای فاز، کینتیک رشد بلور (عوامل تعیین کننده سرعت رشد بلور، دیفوزیون، سطوح بلور، تشکیل نطفه، پدیده تأخیر در انجماد،
- روشهای مهم رشد بلور (رشد بلور از فاز گازی، رشد بلور از فاز مذاب به روشهای چوکرالسکی و بریجمن، رشد بلور از فاز جامد، رشد تک بلور، اکسیدها, مواد دیرگداز (ذوب شعله ای، استفاده از پلاسما و قوس الکتریکی)
- ارزیابی بلورهای رشد داده شده و تعیین خواص آنها (لزوم تعیین خواص تک بلورها، ترکیب شیمیائی و استراکچر، عیوب بلوری و روش تعیین آنها، روش استاندارد تست تک بلورهای رشد داده شده

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

- نشان دادن فیلم، تصاویر و اطلاعات گرفته شده از دستگاههای آرشد بلور
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)

- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی و راه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

- منابع مطالعاتی, فیلم های آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- –“Handbook of Crystal Growth, Fundamental”, Tatau Nishinaga, 2015
2- “Introduction to Crystal Growth: Principles and Practice”, H. L. Bhat, 2014
3- “Nucleation and Crystal Growth, Metastability of Solutions and Melts”, Keshra Sangwal, 2018
4- “Crystal Growth for Beginners”, Ivan Markov, 2003
5- “Crystal Growth Technology”, HansJ.scheel& Tsuguo Fukuda, 2004

عنوان درس به فارسی:	تئوری پیشرفته شیشه		
عنوان درس به انگلیسی:	**Glass Advanced Theory**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	-	**پایه** ☐	**نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:	-	**تخصصی اجباری** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۲	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۳۲	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی نظری شیشه و شیشه سرامیک ها

ب) اهداف ویژه

شناخت مبانی ساختار و اصول خواص شیشه ها و آشنایی با طبقه بندی و کاربرد

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- مروری بر تئوریهای مختلف شیشه سازی معیار
- کینتیک تشکیل شیشه، سرعت جوانه زنی، سرعت رشد، ارتباط بین قدرت اتصال و انرژی اکتیواسیون کنترل کننده تبلور آن، فازهای بلوری حاصل از تبلور، اثر ناخالصیها بر سرعت بلوری شدن، اثر آتمسفر بر سرعت بلورینه شدن، کینتیک تبلور, کینتیک ذوب کوارتز و کریستوبالیت، ویسکوزیته سیلیس شیشه ای
- انواع سیستم های شیشه (سیلیکاتی، سیستمهای دوتائی سیلیس، قلیائی، فسفاتی, یوروسیلیکاتی, وانادایتی, تلورایتی, آلومیناتی, سولفاتی و سلنایتی، شیشه های نیتراتی کربناتی، تیتاناتی و ژرماناتی) و خواص آنها, اثر ترکیب و دما بر تبلور و خواص, اثر دما, کاربرد های انواع سیستم های شیه و شیشه سرامیک ها
- بررسی ساز و کار جدایش فازی و تغییرات انرژی آزاد در انواع شیشه ها, ترمودینامیک جدایش فازی و نقش ترکیب شیشه, بررسی اثر جدایش بر رفتار تبلور
- انواع, ساختمان و خواص شیشه های هالایدی، شیشه های کالکوژنید: گوگرد، سلنیم و تلوریم (ساختمان و خواص آنها به هنگام ذوب)، شیشه های دوتائی (کالکوژنید به همراه عناصر گروه چهارم و پنجم)، شیشه های سه تائی (سیستمهای دارای مبنای کالکوژنید ، آرسنیک، شیشه های حاوی عناصر گروه چهارم و پنجم با یکدیگر

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

- نشان دادن فیلم، تصاویر و اطلاعات گرفته شده از اینترنت
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای کلاسی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

- منابع مطالعاتی و فیلم های آموزشی

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- واهاک کاسپاری مارقوسیان، شیشه، ساختار ،خواص و کاربرد .

2. R. H. Dorems: Glass Science, John Wiley & Sons Inc., N. Y, 1973.
3. R.W.Douglas & B. Ellis Eds; Amorphous Materials, John Wiley & Sons Inc., N. Y., 1973
4. M. B. Volf Techn. Cal Glasses, Pitman, 1961.
5. E. Shand, Glass Engineering Handbook and Ed, 1958.
6. S.F.V. Tooleyed, HandBook of Glass Practice Manufacture, vol. Ogden Pub, co. 1967.
7. G. W. Mony: Propenties of Glass and Ed., Reinhold Pub corp, N.y., 1954.
8. Werner Vogel, Structure and Crystallization of glasses, 1971.
9. O.V. Mazurin, Phase separation in glass, 1984.
10. The Structure of glass, 1958.
11. Wykeham, The physical property of glass, 1973.
12. J. H. Simmons. D.R. Uhlmann & G.H.Beall (Editors), Nucleation & Crystallization in Glasses.
13. S. R. Scholes rev., C. H. Green: Modern Glass Practice, Ganners, 1974.

عنوان درس به فارسی:	چسبهای سرامیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Principles of crystal growth		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۲		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۳۲		**رساله / پایان‌نامه** ☐

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی و روشهای اتصال ذرات سرامیک

ب) اهداف ویژه

شناخت اصول و روش های اتصال سرامیکی,آشنایی با انواع چسب ها در محصولات سرامیک و کاربرد آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها: (۸ تا ۱۲ مورد را ذکر نمایید)

- تعریف چسب یا بایندر, نقش و اهمیت چسب یا بایندردر فرآیندهای ساخت سرامیکها, تقسیم بندی انواع چسب ها, اهمیت صنعتی و فوائد چسب ها، چسب های هیدرولیک و غیر هیدرولیک
- خواص چسب ها، مراحل مختلف تأثیر چسب ها, ماهیت چسبیدن و مکانیسم اتصال در هریک از چسبها, استحکام چسب ها و فرایندهای های مربوط به آن, رفتار چسب های هیدرولیک در مجاورت آب و بخار آب, رابطه بین گیرش و استحکام, اثر دما بر رفتار انواع چسبها, فعل و انفعالات فیزیکی – شیمیائی در پروسه اتصال چسب ها و انواع آن, اتصال های شیمیایی, اتصال های بدون پخت
- آهک و سینتیک چسبیدن آن, چسب های مینرالی صنعتی , چسب های سیلیکاتی و آلومیناتی و هیدراتاسیون آنها
- سیمان و انواع آن و پروس های چسبیدن آن, چسب های از نوع سیمانهای ویژه, چسب های ویژه سرامیکی, چسب های آلی
- جمع بندی بر انواع مکانیسم اتصال سرامیک به فلز،سرامیک و مواد آلی

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

- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از انواع بایندهای مصرفی در سرامیک
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای کلاسی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

کاتالوگ های صنعتی, فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. “Adhesive Tecnology Handbook”, Sina Ebnesjjad, Arthur H.Landrok, 2015
2. “Ceramic Processing Before Firing” G. Onoda, L.Hench, 1978
3. “Principles of Ceramic Processing”, James S. Reed, 1995
4. “High Alumina Cement” T. D. Robson , 1961
5. “Organic Additives and Ceramic Processing” Daniel J. Shanefield, 1995
6. “Physical Ceramics: Principles for Ceramic Science and Engineering”, et-Ming Chiang, Dunbar P. Birnie, W. David Kingery, 1996

عنوان درس به فارسی:	رنگ و پوشش های سرامیکی		
عنوان درس به انگلیسی:	Ceramic Pigments & Coatings	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	-	**پایه** ☐	**نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:	-	**تخصصی اجباری** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۲	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۳۲	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی رنگ و پیگمنت در سرامیک و انواع پوشش های سرامیکی

ب) اهداف ویژه

شناخت اصول و روش های سنتز پیگمنت های سرامیکی و انواع و خواص و کاربرد پوشش های سرامیکی و کاربرد آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- -تعریف رنگ ها: تقسیم بندی رنگ های سرامیکی و اجزاء تشکیل دهنده رنگها، محافظت کننده های رنگی
- -احساس و دیدن رنگ, -فیزیولوژی چشم انسان
- پیگمان های طبیعی و مصنوعی, انواع پیگمانها و پیگمانه ای فلزی, مواد افزودنی رنگها، مواد افزودنی معدنی و آلی رنگ ها
- حلال ها و رقیق کننده های رنگها
- رنگ های مایع و جامد، رنگ های جامد معدنی، خشک کردن رنگها، پروسه تهیه رنگ ها, رنگهای ساختمانی، رنگ های ویژه سرامیکی
- عملیات مقدماتی لازم قبل از رنگ کردن, خصوصیات سطح قبل از رنگ، پوششهای رنگین
- مبانی فیزیکی و شیمیایی رنگ, رنگهای اکسیدی و چند اکسیدی, رنگهای لوستری (فلزی)
- شیشه ها و سرامیکهای رنگی، رنگهای دکوراتیو
- تأثیر حرارت تشکیل دهنده شیشه ها و سرامیکها بر روی رنگها، تأثیر اتمسفر و درجه حرارت پخت بر روی رنگ سرامیکها، شیشه ها و چگونگی ایجاد خطوط و علائم رنگین بر روی شیشه ها و سرامیکها
- مقدمه ای بر پوششهای سرامیکی ،انواع ،روشها و شیوه های اعمال پوشش
- تقسیم بندی پوششها از نظر جنس ،کاربرد، ضخامت و شیوه اعمال, پوشش های مقاوم به سایش و خراش ،پوششهای حرارتی ،پوششهای اپتیکی ،پوششهای دی الکتریکی
- روشهای اعمال پوشش :Deep Coat,Spray,PVD,CVD و روشهای دیگر
- کاربرد و انواع خواص پوشش های سرامیکی

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

- نشان دادن فیلم، تصاویر و اطلاعات گرفته شده از دستگاههای ساخت و آنالیز
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای رنگ و خواص پوشش.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای کلاسی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

فیلم های آموزشی, گزارش های آنالیز دستگاههای مختلف ساخت, اجرا و ارزیابی خواص, اتصال به اینتر نت به منظور ارائه نتایج محققان

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. " The physics and Chemisty of color ", -Kurt Nassan , 1983.
2. "Pigments hand book 1,2, 3 Temple C.Patton, 1988
3. "Industrial Color Testing", -Hans G.Vols,2001.
4. " High performance pigments" , Hugh M.Smith
5. “Ceramic Coatings: Applications in Engineering”, Hitesh Dave, 2016
6. “Advanced Ceramic Coatings and Materials for Extreme Environments II”, ongming Zhu, Hua-Tay Lin, Yanchun Zhou, Taejin Huang, 2012

عنوان درس به فارسی:	**سرامیک های الکتریکی و مغناطیسی**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Electrical and magnetic Ceramics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			**پایه** ☐ **نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۲		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:			**رساله / پایان‌نامه** ☐

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی * آزمایشگاه ☐ سمینار * کارگاه ☐ موارد دیگر: .....

الف) هدف کلی:

آشنایی با اصول و مبانی خواص الکتریکی و مغناطیسی سرامیکها

ب) اهداف ویژه

درک ارتباط بین فرایند ساخت، ریزساختار و ساختار با خواص الکتریکی و مغناطیسی سرامیکها با هدف ساخت آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- رسانایی الکتریکی سرامیک‌ها
- پارامترهای حامل‌های بار و نقش آنها در هدایت الکتریکی
- هدایت الکترونی و یونی در سرامیکها, سرامیک‌های الکتریکی دی‌الکتریک‌ها، پیزوالکتریک ها، فروالکتریک ها
- رساناها و نیمه رساناها, اندازه‌گیری خواص الکتریکی
- خواص مغناطیسی سرامیک ها
- تئوری پارامغناطیس, دیامغناطیس, فرومغناطیس و فری مغناطیس
- ساختمان سامانها در مواد مغناطیسی و تئوری مولکولی وایس
- سرامیکهای مغناطیسی نرم و سخت فریتهای اسپینلی و گارنتی و فریتهای هگزاگونالی
- معرفی نانو مغناطیس ها, تاثیر اندازه ذرات (دانه ها) بر خواص مغناطیسی فریت ها و تئوری ابر پارا مغناطیس
- رفتار فریتهای مغناطیسی در فرکانسهای بالا و انواع اتلاف در فریتهای مغناطیسی, اندازه گیری خواص مغناطیسی و کاربرد فریتها

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

- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از خواص الکتریکی و مغناطیسی سرامیک ها
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم کمک آموزشی مانند ویدئو پرژکتور، تخته سفید

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- J. M. D. COEY “Magnetism and Magnetic Materials” CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS,2019.
2- ROBERT C. O'HANDLEY “Modern Magnetic Materials, Principles and Applications” JOHN Wiley & SONS, INC., 2000.
3- A. J. Moulson, J. M. Herbert “Electroceramics: Materials, Properties, Applications” Wiley & SONS, INC., 2003.
4- Deepam Maurya “Ferroelectric Materials for Energy Harvesting and Storage” Woodhead Publishing, 2020.
5- B. D. CULLITY “INTRODUCTION TO MAGNETIC MATERIALS” John Wiley & Sons, Inc., 2009.
6- David Jiles “Introduction to Magnetism and Magnetic Materials” CRC Press, 2016.
7- Markys G. Cain “Characterisation of Ferroelectric Bulk Materials and Thin Films” Springer Netherlands, 2014.

عنوان درس به فارسی:	روش تحقیق در مهندسی مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Research Methods in Material Engineering		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی اجباری** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۱		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۱۶		**رساله / پایان‌نامه** ☐

الف) هدف کلی: آشنایی با اصول تحقیق در مهندسی مواد

ب) اهداف ویژه

- **شناخت اصول, مبانی و روش تحقیق و روش های ارایه گزارش های عمی و صنعتی**

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- **تعریف انواع تحقیق و تقسیم بندی آنها**
- **تحقیق در مهندسی مواد**
- **مبانی پژوهش عمی, کاربردی و توسعه ای**
- **آشنایی با روش های فعالیت تجربی**
- **شناسایی منابع مطالعاتی سایت های علمی و چگونگی بهره برداری و استفاده از مراجع**
- **سازماندهی یک تحقیق نمونه**
- **بررسی شیوه های نگارش مقاله علمی, سمینا, ارائه و پایان نامه**
- **مروری بر ادبیات فارسی در نگارش علمی**
- **آشنایی با نرم افزارهای نگارش و ادیت متن فارسی و انگلیسی**

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

آموزش تمرین, اجرای عملی یک تحقیق و نوشتن نمادین مقاله یا پایان نامه

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراههای اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

منابع مطالعاتی, نرم افزارها, بانک های اطلاعاتی, کامپیتر و اینترنت در صورت لزوم

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. “Research Methods for Engineers“, David V. Thiel , 2014
2. "Engineering research methodologies”, Dipankar Deb, Rajeeb Dey, Valentina E. Balas, , 2019.
3. “Research Methodologies for Beginners“, *Kitsakorn Locharoenrat*, 2018.
4. “Materials Science and Engineering: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications”, Information Resources Management Association, 2017
5. "روش تحقیق در مهندسی", محمود نیکخواه‌شهمیرزادی, ۱۳۹۶

•

,

عنوان درس به فارسی:	**دیرگدازهای نوین**		
عنوان درس به انگلیسی:	**Modern Refractories**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**	**تخصصی اجباری** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد: ۲		**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت: ۳۲		**رساله / پایان‌نامه** ☐	

الف) هدف کلی:

آشنایی با انواع دیرگدازهای پیشرفته

ب) اهداف ویژه

آشنایی با انواع, سنتز و روش های ساخت, خواص و کاربرد دیرگدازهای پیشرفته

- طبقه بندی دیرگداز ها براساس نوع ماده ،کاربرد،شکل و روشهای ساخت
- -عرفی و طبقه بندی دیرگدازهای شکل دار پیشرفته, معرفی و طبقه بندی دیرگدازهای درجا و منو لیتیک
- بررسی اصول مقاومت حرارتی، مکانیکی و شیمیایی دیرگدازها
- بررسی ترمو دینامیکی خواص دیرگدازها, بررسی دیاگرامهای تعادلی و کاربرد آنها در طراحی و کاربرد دیرگدازها
- هدایت حرارتی در دیرگدازهای اکسیدی، غیر اکسیدی و کامپوزیتی
- تئوری خوردگی دیرگدازها توسط سرباره و گازهای خورنده
- کربن ،گرافیت ، TiO_2 ,ZrO_2, $MgAl_2O_4$, Al_2O_3, MgO -بررسی اکسیدهای مهم نظیر: سیالون ها.Si_3N_4,SiC
- بررسی خواص و کاربرد انواع سرامیک ها و دیرگدازهای فوق دما بالا (UHTC)
- ا-دیرگدازهای حاوی کربن، گرافیت و خواص آن، آنتی اکسیدانها
- دیرگدازهای منولیتیک شامل جرمهای ریختنی ،پاشیدنی ، ملاتها و جرمهای کوبیدنی، انواع سیمانهای دیرگداز،توزیع اندازه ذرات ،قوانین آندریازن و دینگر- فانک ،رئولوژی و دیسپرژن
- دیرگدازهای ذوبی و ذوب و ریخته گری شده: انواع, خواص و کاربرد
- دیرگدازهای تعمیر گرم

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

- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از روش های سنتز و ساخت دیرگدازهای نوین

- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱- "مهندسی دیرگدازهای ریختنی مترجمین", محسن نوری خضر آباد، آریا نیازاده، حسین سرپولکی, ۱۳۹۵

۲- آلومینای ذوبی- ساینده و دیرگداز مترجمان: حسین سرپولکی- آرمین ائیلاقی, ۱۳۹۰

3- "Refractories Handbook **",** Charles Schacht, 2019

4- "Advanced and Refractory Ceramics for Energy Conservation and Efficiency: Ceramic Transactions", Volume 256, CCLVI, Editor(s): Hua-Tay Lin, James Hemrick, 2015

5- "Refractory Technology: Fundamentals and Applications" 1st Edition, Ritwik Sarkar, 2016

عنوان درس به فارسی:	نانو مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Nanomaterials	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	-	**پایه** ☐	**نظری** ☐
دروس هم‌نیاز:	-	**تخصصی اجباری** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	۲	**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	۳۲	**رساله / پایان‌نامه** ☐	

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی نانوتکنولوژی, روشهای سنتز و خواص نانومواد و ناو سرامیک ها

ب) اهداف ویژه

شناخت اصول و روش های سنتز و خواص نانو سرامیک ها و کاربرد آنها

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- آشنایی با دنیای نانوتکنولوژی, مواد صفر, یک, دو و سه بعدی
- معرفی کاربردها و خواص نانو و مقایسه قابلیت های آن با میکرو و ماکرو
- تاریخچه نانو در تحقیق و صنعت, تعاریف استاندارد
- آشنایی با روش های سنتز نانو , اصول ساخت انواع نانو سرامیک ها, سنتز نانوپودر: پایداری, دیسپرژن و خواص جریانی
- ساخت و اعمال نانو پوشش های سرامیکی(خواص مکانیکی, اپتیکی, مکانیکی)
- مبانی سنتز و خواص نانو الیاف سرامیک, سنتز نانو میله, نانو لوله, نانوسیم
- اصول ساخت قطعات نانوساختار سرامیک: روش های بالا – پایین و پایین بالا
- اثر سطح تغییرات خواص فیزیکی و مکانیکی در اندازه های زیر حد بحرانی
- روشهای آنالیز و مشخصه یابی نانومواد سرامیکی
- نانو پیگمنت, نانو کربن, فولرین, نانو سیلیکا, گرافن
- نانو در محیط زیست, نانوبایو سرامیک ها

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

- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از روش های سنتز و ساخت سرامیک ها

- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- Nanomaterials, The original product of nanotechnology, Maria Benelmekki, 2019
2- Advanced Applications of 2D Nanostructures, Emerging Research and Opportunities, Subhash Singh, Kartikey Verma, Chander Prakash, 2021
3- Handbook of Nanoceramic and Nanocomposite Coatings and Materials, Abdel Makhlouf Dieter Scharnweber, 2015
4- Nano-Glass Ceramics: Processing, Properties and Applications, V. K. Marghussian, 2015
۵- کتاب مقدمه‌ای بر نانوفناوری, ترجمه نیما تقوی نیا, ۱۳۹۷

عنوان درس به فارسی:	بایومواد		
عنوان درس به انگلیسی:	**Biomaterials**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:			☐**پایه** ☐**نظری**
دروس هم‌نیاز:			**تخصصی اجباری** ☐ ☐**عملی**
تعداد واحد:	۲		**تخصصی اختیاری** ■ ☐**نظری-عملی**
تعداد ساعت:	۳۲		**رساله / پایان‌نامه** ☐

الف) هدف کلی: آشنایی دانشجو با انواع مواد که در مهندسی پزشکی کاربرد دارند.

ب) اهداف ویژه ایجاد توانایی در دانشجویان برای خلق مواد جدید با کاربرد های مهندسی پزشکی

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

- خواص اصلی مواد
- سامانه های بایولوژیکی
- مشخصه یابی مواد زیستی
- فلزات: ساختمان و خواص
- پلیمرها: ساختمان و خواص
- سرامیک ها: ساختمان و خواص
- مواد زیستی طبیعی
- مدیفیکیشن های سطحی
- استرلیزه کردن کاشتنی های مواد زیستی
- میانکنش های سل- مواد زیستی
- سامانه های داروورسان
- مهندسی بافت
- کاربردهای کلینیکی

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

ارایه تکالیف کلاسی، استفاده از فرایند پرسش و پاسخ، ارایه سمینارهای درسی

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: وسایل و تجهیزات آزمایشگاهی، لوازم کمک آموزشی مانند ویدئو پرژکتور، تخته سفید

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- C. Mauli Agrawal, Introduction to Biomaterials, Basic theory with engineering applications,Cambridge Text in biomedical engineering, 2013.

2.Bioceramics: Properties, Characterizations, and Applications; Joon Park; Springer

3- Introduction to BioCeramics; Larry L Hench and June Wilson

4- Bioceramics and their Clinical Applications; Tadashi Kokubo; Elsevier

5- Biomaterials: An introduction; Joon Park; Springer

6- An Introduction to Biomaterials Science and Engineering; A Sandeep Kranthi Kiran and Seeram Ramakrishna

7- Hydroxyapatite and Related Materials; Paul w. Brown,,Brent constantz; CRC Press

عنوان درس به فارسی:	مباحث ویژه درسرامیک		
عنوان درس به انگلیسی:	**Special Topics in Ceramics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		☐**پایه** ■**نظری**
دروس هم‌نیاز:			☐**تخصصی** ☐**عملی**
تعداد واحد:		۲	■**اختیاری** ☐**نظری-عملی**
تعداد ساعت:		۳۲	**رساله / پایان‌نامه** ☐

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

مطالب این درس در هرترم متناسب با جدیدترین موضوعات و پژوهش های بروز و در حال انجام در دنیا تهیه میگردد،که موضوع آن هر دوسال توسط گروه سرامیک تعیین و به تصویب دانشکده خواهد رسید.

عنوان درس به فارسی:	سرامیک های سیلیکاتی		
عنوان درس به انگلیسی:	**Silicate Ceramics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**ندارد**		**□پایه ■نظری**
دروس هم‌نیاز:	**ندارد**		**تخصصی اجباری □ □عملی**
تعداد واحد:	**۲**		**تخصصی اختیاری ■ □نظری-عملی**
تعداد ساعت:	**۳۲**		**رساله / پایان‌نامه □**

الف) هدف کلی:

آشنایی با انواع سرامیک های سیلیکاتی و کاربردها

ب) اهداف ویژه

آشنایی با سنتز و خواص ترکیبات سیلیکاتی و اصول فراوری در ساخت و بررسی خواص و کاربرد

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

تقسیم بندی سیلیکاتها از دیدگاههای مختلف, ترکیب, ساختار و کاربرد

- سیلیس ذوبی. ساختار و خواص حرارتی و نوری ومکانیکی با تاکید بر مقاومت شوک حرارتی، روشهای مختلف تهیه آن ، تفاوت انواع شفاف وغیر شفاف ،ساز و کار تبلور سیلیس ذوبی، تعیین میزان کریستو بالیت متباور شده، بررسی سینتیک تبلور ،کاربرد های مختلف سیلیس ذوبی با تاکید بر ساخت ماهیچه های ریخته گری دقیق ، روشهای ارزیابی خواص ماهیچه ها وتاثیر میزان کریستو بالیت بر ان
- متا کائولن . بر رسی ساختار کائولینیت وایلیت و مونت موری لونیت و دهیدراسیون آنها ، بررسی انواع کائولینیت از نظر نظم اتمی وغیوب سطحی بویژه از طریق طیف های FTIRوDTA،تفاوت الگو های پراش اشعه ایکس سه مینرال ذکر شده بعد از دهیدراسیون، بررسی خواص پوزولانی متا کائولن از روشهای مختلف ومقایسه تاثیر نظم اولیه وعیوب سطحی بر آن ،
- زئولیت ها . انواع ساختار های موجود در زئولیت ها ،انواع زئولیت های طبیعی با تاکید بر انواع موجود در ایران ،انواع زئولیت سنتزی با ذکر چند مثال از روشهای سنتز ، تقسیم بندی کاربردی زئولیت ها در صنایع مختلف از کاتالیزور تا جذب کاتیونهای سنگین و مصالح ساختمانی.
- مولایت ذوبی .طرز تهیه مولایت ذوبی از بوکسیت، تعیین نقاط مناسب در دیاگرام برای رسیدن به ریز ساختار مورد نظر ،محاسبات مربوط به میزان عوامل احیلیی لازم برای زدودن نا خالصی ها ، تاثیر شرایط ذوب بر اندازه و نوع کریستا لها
- بررسی نمودارهای فازی سیلیکات ها, آلومینوسیلیکات ها و سیستم های سه و چهارجزئی سیلیکات ها با تاکید بر شناخت انواع فازهای سیلیکاتی



- سیلیکاتهای کلسیم و منیزیم انواع سیلیکاتهای کلسیم و منیزیم با تاکید برآنورتیت و ژلنیت, فورستریت و نوع آمورف آنها ،روشهای سنتز سیکاتهای فوق با کاربرد جذب کاتیونهای سنگین از آبهای آلوده صنعتی ،انواع روشهای ارزیابی جذب وتعویض کاتیونی ومعادلات ایزوترمهای جذب و تعیین عوامل مربوطه

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

- معرفی منابع مطالعاتی و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی از ساخت و کاربرد سرامیک های سیلیکاتی
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده با مثال های عملی از بین کتب پیشنهادی و گزارش های علمی و کاربردی
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی محتوای تدریس شده در اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1. Zeolites and Zeolite-like materials, B.F.Sels,L.M. Kustove , 2016,Elsevier
2. Elements of Ceramics, FH.Norton, 1974 ,Addison –Wesley
3. Fused cast refractoriers, A.A.Litvakovskii, 1961,Ogneupory
4. Phase Diagrams in Silicate Ceramics (Mineral Materials Science Textbook Series– July 1, 2011, Liu Yuqin
5. Science for new technology of silicate ceramics, Pietro Vincenzini, Michele Dondi, 2003
6. Silicate Science: Ceramics and hydraulic binders, Wilhelm Eitel, (1966), 2010

عنوان درس به فارسی:	داده پردازی در مهندسی مواد		
عنوان درس به انگلیسی:	Data Processing in Material Engineering		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		☐**پایه** ☐**نظری**
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی اجباری** ☐ ☐**عملی**
تعداد واحد:	۱		**تخصصی اختیاری** ■ ☐**نظری-عملی**
تعداد ساعت:	۱۶		**رساله / پایان‌نامه** ☐

الف) هدف کلی:

آشنایی با مبانی و برنامه های داده پردازی

ب) اهداف ویژه

شناخت اصول و مبانی داده پردازی و کاربرد آنها در مهندسی مواد و سرامیک

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱- مقدمه؛ تحولات حوزه فناوری در دنیا

۲- مقدمه‌ای بر تکنیک‌های داده-محور

۳- طراحی آزمایش داده-محور و استفاده از یادگیری ماشین

۴- یادگیری ماشین و استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در طراحی و توسعه مواد

۵- بهینه‌سازی فرایندهای مورد نیاز مهندسی مواد با استفاده از فناوری انفورماتیک

۶- بررسی و غربال پارامترهای موثر در صنایع به کمک یادگیری ماشین مبتنی بر داده های صنعتی

۶- یادگیری عمیق برای پیش‌بینی‌های رفتاری در ساختارهای بلوری

۷- آشنایی مقدماتی با زبان پایتون و R

۸- به کارگیری یادگیری ماشین در علم مواد و فناوری چاپ سه بعدی

۹- پروژه عملی در یکی از حوزه های مهندسی مواد سرامیک

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

- معرفی منابع مطالعاتی, نرم افزارها و مقالات مرتبط و فیلم های آموزشی

- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده با مثال های عملی از بین منابع و نرم افزارهای پیشنهادی و گزارش های آنالیزهای نمونه.
- مشارکت فعالانه دانشجویان برای جستجوی موارد تدریس شده در اجرا و کاربرد نرم افزارها و اینترنت

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۴۰ درصد (تکالیف ثابت، آزمونهای هفتگی)
- آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ nرصد
- پیشنهاد جستجوی مثالهای عملی وراه های اندازه گیری بر مبنای منابع جهت تبیین اهمیت کاربردی درس به عنوان پروژه های اختیاری درس

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

نرم افزارها, فیلم های آموزشی, مقالات و کتاب های مرتبط

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

1- Learning for Absolute Beginners, Oliver theobald, 2020

2- Machine Learning with Python, Oliver theobald, 2019

۳- یادگیری ماشین (Machine Learning) , تام میشل, ۱۳۹۹

۴- داده‌کاوی: مفاهیم و تکنیک‌ها, هان جیاوی، میشلین کامبر، جیان پی, مترجم: مهدی اسماعیلی, ۱۳۹۵

5- MachinLearning in Materials Science, Tim Mueller,Aaron Gilad Kusne,Rampi Ramprasad, 2016