



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
شورای عالی برنامه ریزی

## مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد

گرایش های: متالورژی استخراجی، متالورژی صنعتی و سرامیک



گروه فنی و مهندسی

کمیته مهندسی متالورژی و مواد

مصوب دویست و هشتاد و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۷۳/۷/۳

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد

گروه: فنی و مهندسی  
رشته: مهندسی متالورژی و مواد  
دوره: کارشناسی

کمیته تخصصی: مهندسی متالورژی و مواد  
گرایش: متالورژی استخراجی، متالورژی صنعتی و سرامیک  
کدرشته:

شورای عالی برنامه ریزی در دو است و هشتاد و سومین جلسه مورخ ۱۳۷۳/۷/۳ بر اساس طرح دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد گرایش های متالورژی استخراجی، متالورژی صنعتی و سرامیک که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره را در سه فصل (مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرد و مقرر می دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجرا است.

الف: دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می شوند.  
ب: مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و بر اساس قوانین تأسیس می شوند و بنابر این تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی میباشند.  
ج: مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) از تاریخ ۱۳۷۳/۷/۳ کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه مؤسسات آموزشی در زمینه کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد در همه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ می شوند و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات می توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳) مشخصات کلی و برنامه درسی و سرفصل دروس دوره: کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد در سه فصل جهت اجرا به وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می شود.



رأی صادره دویست و هشتاد و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ  
۱۳۷۳/۷/۳ در خصوص برنامه آموزشی کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد  
که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود با اکثریت  
آراء بتصویب رسید.  
(۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجراست.

رأی صادره دویست و هشتاد و سومین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۳/۷/۳ در مورد برنامه  
آموزشی دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد صحیح است بمورد اجرا گذاشته شود.

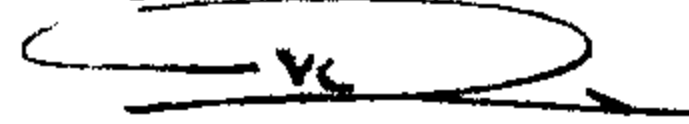
سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی

  
وزیر فرهنگ و آموزش عالی

مورد تأیید است.

دکتر علیرضا رهایی

سرپرست گروه فنی و مهندسی



رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت اجرا ابلاغ می شود.

سید محمد کاظم نائینی

  
دبیر شورای عالی برنامه ریزی





بسم الله الرحمن الرحيم

مشخصات کلی دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد  
گرایش های متالورژی استخراجی - متالورژی صنعتی - سرامیک

**مقدمه:**

در اجرا و ایجاد شرایط تحقق اصول قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران از جمله بند "ب" اصل دوم و بندهای ۳ و ۴ و ۱۳ اصل سوم و نیز اصل سی ام و بند ۷ و ۸ و ۹ اصل چهل و سوم، با توجه به اهمیت و نقش صنایع زیربنایی و سنگین از جمله تولید فلزات و مواد و قطعات صنعتی در توسعه و پیشرفت کشور و به منظور گسترش دانش و فنون مهندسی متالورژی و مواد در سطح آموزش عالی پس از بررسی اولویت ها با توجه به نیازهای صنعت کشور و با بهره گیری از تجارب قبلی و نیز با مطالعه برنامه های این رشته مهندسی در دانشگاه های خارج دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد با مشخصات زیر در گروه فنی و مهندسی کمیته برنامه ریزی مهندسی متالورژی و مواد تدوین شده است.

**۱- تعریف و هدف:**

دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد از مجموعه های آموزش عالی فنی و مهندسی بوده و با هدف تربیت کارشناس در زمینه های تولید و تصفیه فلزات، عملیات بر روی فلزات، شکل دادن و ریخته گری، خواص، تهیه، و کاربرد مواد سرامیکی برنامه ریزی شده است. فارغ التحصیلان این دوره با گرایش های تخصصی در زمینه طراحی و بهره برداری فرآیندها، طراحی و ساخت قطعات، شناخت خواص و مشخصات مواد فلزی و رفع مشکلات و مسایل معمول در فرآیندهای متالورژی و محصول ساخته شده قابلیت و کارآیی دارند.

دروس دوره مشتمل بر دروس عمومی، پایه، اصلی و تخصصی بر مبنای سه گرایش متالورژی استخراجی، متالورژی صنعتی و سرامیک می باشد گرایشهای دیگر در صورت لزوم می تواند برنامه ریزی شده و اضافه گردد.



## ۲- طول دوره و شکل نظام:

طول این دوره کارشناسی بطور متوسط چهار سال است که در ۸ ترم برنامه ریزی و اجرا می شود. هر ترم شامل ۱۷ هفته آموزش کامل در نظر گرفته شده است. دروس نظری بازاء هر واحد، ۱۷ ساعت (یک ساعت در هفته) و دروس عملی و آزمایشگاهی بازاء هر واحد ۵۱ ساعت (سه ساعت در هفته) می باشد.

کارآموزی ۲۴۰ ساعت بدون واحد و الزامی می باشد. برای بعضی از دروس نظری برگزاری ۱-۲ ساعت تمرین در هفته مجاز می باشد.

تعیین گرایش تخصص دانشجویان در دانشگاههایی که بیش از یک گرایش دارند پس از گذراندن موفقیت آمیز حداقل ۶۰-۷۰ واحد از دورس عمومی و پایه و اصلی به تقاضای دانشجو به شرط موافقت دانشکده یا گروه مربوطه انجام می شود. چنانچه در گرایشی تعداد متقاضی بیش از ظرفیت اعلام شده باشد اولویت با دانشجویانی خواهد بود که امتیاز بیشتری مطابق رابطه زیر حائز باشند.

$$\text{امتیاز} = \frac{\text{معدل} \times \text{تعداد واحد گذرانده}}{\text{تعداد ترمهای گذرانده}}$$

در موارد خاص نظر دانشکده یا گروه آموزشی برای تعیین گرایش ملاک خواهد بود.

### ۳- واحدهای درسی:

تعداد کل واحدهای درسی این مجموعه با احتساب ۲۰ واحد عمومی ۱۴۰ واحد بشرح زیر

است:



۲۰ واحد	۱- دروس عمومی
۳۱ واحد	۲- دروس پایه
۳۱ واحد	۳- دروس اصلی
۶ واحد	۴- دروس عملی
۲۰ واحد	۵- دروس تخصصی مشترک
۳۲ واحد	۶- دروس تخصصی غیر مشترک

بدین ترتیب مجموع تعداد واحدهای دروس عمومی و پایه و اصلی و عملی در همه گرایش‌ها ۸۸ واحد می‌باشد، و در هر گرایش ۳۲ واحد دروس تخصصی الزامی وجود دارد مجموع اینها ۱۲۰ واحد می‌شود. ۲۰ واحد باقیمانده تا سقف ۱۴۰ واحد از دروس تخصصی انتخابی در هر گرایش اخذ می‌شود. دانشکده‌ها و گروه‌های مجری در دانشگاه‌های دارای هیئت ممیزه از لیست دروس تخصصی انتخابی در هر گرایش ۱۵ واحد را انتخاب و الزامی اعلام می‌کنند و ۵ واحد دیگر از سایر دروس در لیست گرایش مربوطه دروس اختیاری بانتهاب دانشجو خواهد بود. سایر دانشکده‌ها و گروه‌های مجری برنامه الگو را (با دروس ستاره‌دار) اجرا خواهند کرد. و دروس اختیاری دانشجو بمیزان ۵ واحد می‌تواند از دروس ستاره‌دار یا بدون ستاره در برنامه گرایش مربوطه باشد.

لذا لیست تعداد واحدها در هر گرایش بشرح ذیل خواهد بود:

۲۰ واحد	۱- دروس عمومی
۳۱ واحد	۲- دروس پایه
۳۱ واحد	۳- دروس اصلی
۶ واحد	۴- دروس عملی
۳۲ واحد	۵- دروس تخصصی الزامی
۱۵ واحد	۶- دروس تخصصی انتخابی دانشکده
<u>۵ واحد</u>	۷- دروس تخصصی اختیاری دانشجو
۱۴۰ واحد	جمع

#### ۴- نقش و توانایی:

فارغ التحصیلان دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد در گرایشهای مختلف با مهارتهای خود در زمینه های زیر کارآیی خواهند داشت.

الف- تخصص کافی در گرایش مربوطه.

ب- شناخت فرآیندها و آشنایی با خواص مواد و روشهای تولید.

ج- تجزیه و تحلیل فرآیندها و ارزیابی آنها بمنظور استفاده بهینه از سیستم ها.

د- آشنایی با اصول علمی و تکنولوژی های مبتنی بر آنها در زمینه های مربوطه.

ه- توانایی انجام پروژه های صنعتی و تحقیقاتی (کاربردی) در حد متعارف.

و- توانایی و راهبری سیستم های تولید مواد و ساخت قطعات و رفع مسایل و مشکلات معمولی آنها.

#### ۵- ضرورت و اهمیت:

با توجه به غنی بودن کشور به لحاظ ذخایر معدنی و نیاز مبرم به صنایع زیربنایی نظیر تولید فلزات اصلی و مواد غیر فلزی و با وجود واحدهای صنعتی بزرگ که با سرمایه گذاری زیاد به مرحله تولید رسیده اند نظیر واحدهای تولید آهن و فولاد و سایر فلزات واحدهای نورد و شکل دادن فلزات ریخته گری - کارخانجات سرامیک و کاشی و شیشه سازی - و نیز با توجه به اهمیت مواد سرامیکی در صنایع الکتریکی و الکترونیکی، تربیت متخصصینی که قابلیت و کارآیی لازم را دارا باشند می تواند قدمی بزرگ در جهت شکوفایی صنعتی و قطع وابستگی به دیگر کشورها در این زمینه مهم تخصصی باشد.



بسمه تعالی

"برنامه دوره کارشناسی مهندسی متالورژی و مواد"

الف- تروس عمومی: طبق برنامه مصوب شورای عالی برنامه ریزی وزارت فرهنگ و آموزش عالی برای همه دوره های کارشناسی.

ردیف	نام درس	تعداد واحد	نظری (ساعت)	عملی (ساعت)
۱	معارف اسلامی ۱	۲	۳۴	—
۲	معارف اسلامی ۲	۲	۳۴	—
۳	اخلاق و تربیت اسلامی	۲	۳۴	—
۴	انقلاب اسلامی و ریشه های آن	۲	۳۴	—
۵	تاریخ اسلام	۲	۳۴	—
۶	متون اسلامی (آموزش زبان عربی)	۲	۳۴	—
۷	فارسی*	۳	۵۱	—
۸	زبان خارجی*	۳	۵۱	—
۹	تربیت بدنی ۱	۱	—	۳۴
۱۰	تربیت بدنی ۲	۱	—	۳۴

جمع ۲۰ واحد





ب- دروس پایه: (مشترک در همه گرایش‌ها).

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱	ریاضی ۱	۴	-	
۲	ریاضی ۲	۴	ریاضی ۱	
۳	معادلات دیفرانسیل	۳	ریاضی ۲	
۴	ریاضی مهندسی	۳	معادلات دیفرانسیل	
۵	محاسبات عددی	۲	"	
۶	مبانی و برنامه‌سازی کامپیوتر	۳	محاسبات عددی	
۷	فیزیک ۱	۳	-	
۸	آزمایشگاه فیزیک ۱	۱	فیزیک ۱	
۹	فیزیک ۲	۳	فیزیک ۱	
۱۰	آزمایشگاه فیزیک ۲	۱	فیزیک ۲	
۱۱	شیمی عمومی ۱	۳	-	
۱۲	آزمایشگاه شیمی ۱	۱	شیمی عمومی ۱	
		۳۱ واحد		جمع



ج- دروس عملی: (مشترک در همه گرایش‌ها)

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز
۱	کارگاه عمومی	۱	-
۲	نقشه کشی صنعتی	۲	-
۳	پروژه	۳	بیش از ۱۰۰ واحد
۴	کارآموزی*	-	بیش از ۱۰۰ واحد
	جمع	۶ واحد	

\* در صورتی که برای کارآموزی واحد در نظر گرفته شود این واحد جزو ۱۴۰ واحد دوره کارشناسی محسوب نمی‌شود.



د- دروس اصلی: (مشترک در همه گرایش ها)

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱	مبانی مهندسی برق	۳	فیزیک ۲	
۲	آزمایشگاه مبانی مهندسی برق	۱		مبانی مهندسی برق
۳	استاتیک	۲	فیزیک ۱	
۴	مقاومت مصالح	۳	استاتیک	
۵	کریستالوگرافی و آزمایشگاه	۳	شیمی عمومی ۱	
۶	پدیده های انتقال	۳	معادلات دیفرانسیل	
۷	شیمی فیزیک مواد	۳	ریاضی ۲ - شیمی عمومی ۱	
۸	ترمودینامیک مواد ۱	۳	شیمی فیزیک مواد	
۹	خواص فیزیکی مواد ۱	۳	کریستالوگرافی	
۱۰	آزمایشگاه متالوگرافی	۱		خواص فیزیکی مواد ۱
۱۱	خواص مکانیکی مواد ۱	۳	مقاومت مصالح - خواص فیزیکی مواد ۱	
۱۲	آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد ۱	۱	خواص مکانیکی مواد ۱	
۱۳	خواص فیزیکی مواد ۲	۲	خواص مکانیکی مواد ۱	
	جمع	۳۱		





۵- دروس تخصصی الزامی - گرایش متالورژی استخراجی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱	انتقال مطالب علمی و فنی	۱	بیش از ۸۰ واحد	
۲	ریخته گری ۱	۳	خواص فیزیکی مواد ۱	
۳	آزمایشگاه ریخته گری ۱	۱	ریخته گری ۱	
۴	شکل دادن فلزات ۱	۳	خواص مکانیکی مواد ۱	
۵	تغلیظ مواد معدنی	۲	شیمی عمومی ۱	
۶	آزمایشگاه تغلیظ مواد	۱	تغلیظ مواد معدنی	
۷	اصول استخراج فلزات ۱ (پیرومتالورژی)	۲	ترمودینامیک مواد ۱	
۸	اصول استخراج فلزات ۲ (هیدرومتالورژی)	۲	اصول استخراج فلزات ۱	
۹	آزمایشگاه استخراج فلزات ۱	۱	اصول استخراج فلزات ۱	
۱۰	آزمایشگاه استخراج فلزات ۲	۱	اصول استخراج فلزات ۲	
۱۱	سینتیک مواد	۳	ترمودینامیک مواد ۱ ریاضی مهندسی	
۱۲	شیمی تجزیه و آزمایشگاه	۲	شیمی عمومی ۱	
۱۳	عملیات حرارتی	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۴	آزمایشگاه عملیات حرارتی	۱	عملیات حرارتی	
۱۵	خوردگی و اکسیداسیون	۳	ترمودینامیک مواد ۱	
۱۶	انجماد فلزات	۲	پدیده های انتقال خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۷	مواد دیرگداز	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
	جمع	۳۲ واحد		

و- دروس تخصصی انتخابی گرایش متالورژی استخراجی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱*	کانی شناسی	۲	کریستالوگرافی	
۲*	تولید آهن	۲	اصول استخراج فلزات ۱	
۳*	فولاد سازی	۲	تولید آهن	
۴*	تولید فلزات غیر آهنی ۱	۳	اصول استخراج فلزات ۲	
۵*	تولید فلزات غیر آهنی ۲	۳	اصول استخراج فلزات ۲	
۶*	فرو آلیاژها	۲	اصول استخراج فلزات ۲	
۷*	متالورژی سطوح و پوشش ها	۳	خوردگی و اکسیداسیون	
۸*	آزمایشگاه خوردگی و پوشش دادن	۱	متالورژی سطوح و پوشش ها	
۹*	طراحی و اصول کوره های صنعتی	۲	پدیده های انتقال ترمودینامیک مواد ۱	
۱۰*	سوخت و انرژی	۲	ترمودینامیک مواد ۱	
۱۱	انتخاب مواد فلزی	۲	بیش از ۱۰۰ واحد	
۱۲	کنترل فرآیندها	۳	ریاضی مهندسی	
۱۳	اقتصاد و مدیریت صنعتی	۲	بیش از ۸۰ واحد	
۱۴	متالورژی جوشکاری	۳	انجماد فلزات	
۱۵	آزمایشگاه جوشکاری	۱	متالورژی جوشکاری	
۱۶	متالورژی پودر	۲	خواص فیزیکی مواد ۲ خواص مکانیکی مواد ۱	
۱۷	روشهای نوین آنالیز مواد	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۸*	ترمودینامیک مواد ۲	۲	ترمودینامیک مواد ۱	



۱۹	روشهای نوین تهیه و تصفیه فلزات	۲	اصول استخراج فلزات ۲
۲۰*	کاربرد کامپیوتر در مهندسی مواد	۲	مبانی برنامه سازی کامپیوتر - بیش از ۱۰۰ واحد
۲۱	محاسبات متالورژی استخراجی	۲	اصول استخراج فلزات ۲
۲۲	روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد	۱	بیش از ۸۰ واحد
۲۳	آزمایشگاه روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد	۱	روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد
۲۴	آلیاژهای غیر آهنی	۲	خواص فیزیکی مواد ۲
۲۵	مواد پیشرفته	۲	بیش از ۱۰۰ واحد
۲۶*	زبان تخصصی	۲	بیش از ۸۰ واحد
۲۷	کنترل کیفی مواد	۲	بیش از ۱۰۰ واحد

توضیح ۱- دانشجویان بایستی ۱۵ واحد از دروس تخصصی انتخابی را به انتخاب دانشکده بگذرانند و ۵ واحد از دروس تخصصی انتخابی را خود اختیار کنند.

توضیح ۲- دروس ستاره دار دروسی است که کمیته برنامه ریزی برای برنامه الگو تا سقف ۱۴۰ واحد پیشنهاد می کند.



ز- دروس تخصصی الزامی گرایش متالورژی صنعتی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱	انتقال مطالب علمی و فنی	۱	بیش از ۸۰ واحد	
۲	ریخته گری ۱	۳	خواص فیزیکی مواد ۱	
۳	آزمایشگاه ریخته گری ۱	۱		ریخته گری ۱
۴	انجماد فلزات	۲	پدیده های انتقال خواص فیزیکی مواد ۲	
۵	آزمایشگاه انجماد فلزات	۱	انجماد فلزات	
۶	شکل دادن فلزات ۱	۳	خواص مکانیکی مواد ۱	
۷	آزمایشگاه شکل دادن فلزات	۱	شکل دادن فلزات ۱	
۸	خواص مکانیکی مواد ۲	۳	خواص مکانیکی مواد ۱	
۹	متالورژی جوشکاری	۳	انجماد فلزات	
۱۰	آزمایشگاه متالورژی جوشکاری	۱		متالورژی جوشکاری
۱۱	متالورژی پودر	۲	خواص مکانیکی مواد ۱ خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۲	روشهای نوین آنالیز مواد	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۳	خوردگی و اکسیداسیون	۳		ترمودینامیک مواد
۱۴	عملیات حرارتی	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۱۵	آزمایشگاه عملیات حرارتی	۱		عملیات حرارتی
۱۶	استخراج فلزات ۱ (آهن و فولاد)	۲	ترمودینامیک مواد ۱	
۱۷	استخراج فلزات ۲ (فلزات غیر آهنی)	۲	استخراج فلزات ۱	

۳۳ واحد

جمع



**ح- دروس تخصصی انتخابی گرایش متالورژی صنعتی**

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱*	شکل دادن فلزات ۲	۳	شکل دادن فلزات ۱	
۲*	طراحی قالب	۲	شکل دادن فلزات ۱	
۳*	کارگاه طراحی قالب	۱		طراحی قالب
۴	مواد دیرگداز	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۵*	ریخته گری ۲	۳	ریخته گری ۱	
۶*	انتخاب مواد فلزی	۲	بیش از ۱۰۰ واحد	
۷	مواد پیشرفته	۲	بیش از ۱۰۰ واحد	
۸*	بررسی های غیر مخرب	۲	بیش از ۱۰۰ واحد	
۹	آز - بررسی های غیر مخرب	۱		آزمایشهای غیر مخرب
۱۰	متالورژی سطوح و پوششها	۳	عملیات حرارتی	
۱۱	اقتصاد و مدیریت صنعتی	۲	بیش از ۸۰ واحد	
۱۲*	طراحی و اصول کوره های صنعتی	۲	پدیده های انتقال ترمودینامیک مواد ۱	
۱۳	فیزیک جامدات	۳	فیزیک ۲	
۱۴	کنترل فرآیندهای متالورژی	۳	ریاضی مهندسی	
۱۵	ترمودینامیک مواد ۲	۲	ترمودینامیک مواد ۱	
۱۶	آزمایشگاه خوردگی و پوشش دادن	۱	متالورژی سطوح و پوششها	
۱۷	آزمایشگاه متالورژی پودر	۱	متالورژی پودر	
۱۸*	کاربرد کامپیوتر در مهندسی مواد	۲	مبانی برنامه سازی کامپیوتر - بیش از ۱۰۰ واحد	





۱۹	اصول متالوگرافی	۲	خواص فیزیکی مواد ۱
۲۰	پلیمرها	۲	خواص مکانیکی مواد ۱
۲۱*	زبان تخصصی	۲	بیش از ۸۰ واحد
۲۲	کنترل کیفی مواد	۲	بیش از ۱۰۰ واحد
۲۳	آلیاژهای غیر آهنی	۲	خواص فیزیکی مواد ۲
۲۴	روشهای اندازه گیری در مهندسی و آزمایشگاه	۱+۱	بیش از ۸۵ واحد

توضیح ۱- دانشجویان بایستی ۱۴ واحد از دروس تخصصی انتخابی به انتخاب دانشکده بگذرانند و ۵ واحد از سایر دروس تخصصی انتخابی را خود اختیار کند.

توضیح ۲- دروس ستاره دار دروسی است که کمیته برنامه ریزی برای برنامه الگو تا سقف ۱۴۰ واحد پیشنهاد می کند.



ط - دروس تخصصی الزامی گرایش سرامیک

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱	ساختار سرامیک ها	۲	خواص فیزیکی مواد ۱	
۲	سینتیک مواد	۳	ترمودینامیک مواد ۱ ریاضی مهندسی	
۳	روش های نوین آنالیز مواد	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۴	آزمایشگاه روش های نوین آنالیز مواد	۱	همزمان با درس	
۵	خواص الکتریکی و نوری سرامیک ها	۲		
۶	مواد دیرگداز	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۷	آز - مواد دیرگداز	۱	همزمان با درس	
۸	تئوری شیشه	۳		
۹	آزمایشگاه شیشه	۱		
۱۰	تئوری پرسلانها (White Wares)	۲		
۱۱	آزمایشگاه چینی	۱		
۱۲	فرآیند ساخت سرامیک ها ۱	۲		
۱۳	آزمایشگاه فرآیند ساخت ۱	۱	همزمان با درس	
۱۴	فرآیند ساخت سرامیک ها ۲	۲	فرآیند ساخت سرامیک ها ۱	
۱۵	آزمایشگاه فرآیند ساخت ۲	۱	همزمان با درس	
۱۶	انتقال مطالب علمی و فنی	۱	بیش از ۱۰۰ واحد	
۱۷	فرآیند ساخت سرامیک ها ۳	۲	فرآیند ساخت سرامیک ها ۲	



همزمان با درس	۱	آزمایشگاه فرآیند ساخت ۳	۱۸
فیزیک ۲	۲	خواص حرارتی سرامیک ها	۱۹
	<hr/>	جمع	
	۳۲ واحد		



ی- دروس تخصصی انتخابی گرایش سرامیک

ردیف	نام درس	تعداد واحد	پیشنیاز	همزمان
۱	فیزیک و شیمی سیمان	۲		
۲	آزمایشگاه سیمان	۱		
۳*	لعاب ها	۲		
۴	آزمایشگاه لعاب	۱		
۵*	سرامیک های ساختمانی	۲		
۶	خواص مکانیکی مواد ۲	۲	خواص فیزیکی مواد ۲	
۷*	آزمایشگاه الکترو سرامیک ۱ و ۲	۳		
۸	شیمی تجزیه دستگاهی و آزمایشگاه	۳	شیمی عمومی	
۹*	فیزیک مدرن	۳	فیزیک ۲	
۱۰*	سرامیک های مهندسی	۳		
۱۱*	کاربرد کامپیوتر در مهندسی مواد	۲	مبانی برنامه ریزی و بیش از ۱۰۰ واحد	
۱۲	مواد پیشرفته	۲	بیش از ۱۰۰ واحد	
۱۳*	کانی شناسی	۲	کریستالوگرافی (با تمرین)	
۱۴	اصول رشد بلور	۲		
۱۵*	سراموگرافی	۲		
۱۶	آزمایشگاه سراموگرافی	۱	همزمان با درس	
۱۷	شیشه های ویژه	۲	تئوری شیشه	
۱۸*	متالورژی پودر	۲	خواص مکانیکی مواد ۲ و خواص فیزیکی مواد ۲	



۱۹*	طراحی و اصول کوره‌های صنعتی	۲	پدیده‌های انتقال- ترمودینامیک مواد ۱
۲۰	خوردگی و اکسیداسیون	۳	ترمودینامیک مواد ۱
۲۱	اقتصاد و مدیریت صنعتی	۲	بیش از ۸۰ واحد
۲۲	خواص مکانیکی سرامیک‌ها	۲	
۲۳	فرآوری سرامیک‌ها	۲	
۲۴	شیمی کلونیدهای رسی	۲	
۲۵*	زبان تخصصی	۲	بیش از ۸۰ واحد
۲۶	پلیمرها	۲	خواص مکانیکی مواد ۱
۲۷	متالورژی سطوح و پوشش‌ها	۳	خواص فیزیکی مواد ۲
۲۸	فیزیک جامدات	۳	فیزیک ۲
۲۹*	تغلیظ مواد معدنی	۲	شیمی عمومی ۱
۳۰	آزمایشگاه تغلیظ مواد معدنی	۱	همزمان با درس
۳۱	کنترل کیفی مواد	۲	بیش از ۱۰۰ واحد



توضیح ۱- دانشجویان بایستی ۱۵ واحد از دروس تخصصی انتخابی را به انتخاب دانشکده بگذرانند و ۵ واحد از دروس تخصصی انتخابی را خود اختیار کنند.

توضیح ۲- دروس ستاره‌دار دروسی است که کمیته برنامه‌ریزی برای برنامه‌الگو تا سقف ۱۴۰ واحد پیشنهاد می‌کند.

## سرفصل ها و مشخصات دروس پایه



## ریاضی ۱



تعداد واحد: ۴

نوع واحد: نظری

سرفصل دروس:

مختصات دکارتی، مختصات قطبی، اعداد مختلط، جمع و ضرب و ریشه و نمایش هندسی اعداد مختلط، نمایش قطبی اعداد مختلط، تابع، جبر توابع، حد و قضایای مربوطه، حد بی نهایت و حد در بی نهایت، حد چپ و راست، پیوستگی، مشتق، دستورهای مشتق گیری، تابع معکوس و مشتق آن، مشتق توابع مثلثاتی و توابع معکوس آنها، قضیه رل، قضیه میانگین، بسط تیلر، کاربردهای هندسی و فیزیکی مشتق، منحنی ها و شتاب در مختصات قطبی، کاربرد مشتق در تقریب ریشه های معادلات، تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه قطعه پیوسته، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال، تابع اولیه، روشهای تقریبی برآورد انتگرال، کاربرد انتگرال در محاسبه مساحت و حجم و طول منحنی و گشتاور و مرکز ثقل و کار و ... (در مختصات دکارتی و قطبی)، لگاریتم و تابع نمایی و مشتق آنها، تابعهای هذلولی، روشهای انتگرال گیری مانند تعویض متغیر و جزء به جزء و تجزیه کسرها، برخی تعویض متغیرهای خاص دنباله و سری عددی و قضایای مربوطه، سری توان و قضیه تیلور باقیمانده.

\* به تبصره بعد از شرح ریاضی (۲) توجه کنید.

## ریاضی ۲



تعداد واحد: ۴

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضی ۱

سرفصل دروس:

معادلات پارامتری، مختصات فضایی، بردار در فضا، ضرب عددی، ماتریسهای  $3 \times 3$ ، دستگاه معادلات خطی سه مجهولی، عملیات روی سطرها، معکوس ماتریس، حل دستگاه معادلات، استقلال خطی، پایه در  $R^3$ ، تبدیل خطی و ماتریس آن، دترمینان  $3 \times 3$ ، ارزش و بردار ویژه، ضرب برداری، معادلات خط و صفحه رویه درجه دو، تابع برداری و مشتق آن، سرعت وشتاب، خمیدگی و بردارهای قائم بر منحنی، تابع چند متغیره مشتق سویی و جزیی، صفحه مماس و خط قائم گرادیان، قاعده زنجیری برای مشتق جزیی، دیفرانسیل کامل، انتگرالهای دو گانه و سه گانه و کاربرد آنها در مسائل هندسی و فیزیکی، تعویض ترتیب انتگرال گیری (بدون اثبات دقیق)، مختصات استوانه‌ای و کروی، میدان برداری انتگرال منحنی الخط، انتگرال رویه‌ای، دیورژانس، چرخه، لاپلاسیان، پتانسیل، قضایای گرین و دیورژانس و استکس.

\* تبصره - ترتیب ریز مواد دروس ریاضی (۱) و (۲) پیشنهادی است و دانشگاهها با توجه به کتابی که انتخاب میکنند میتوانند ترتیب را تغییر دهند.  
مراجع: با مراجع ریاضی ۱ مشترک است.



## مراجع:

- 1- The Calculus With Analytic Geometry, 5th edition, LOUIS Leithold, Vol 1 & Vol 2  
Hopper and Row Publishers, N.Y.
- 2- Calculus With Analytic Geometry, R.A.Silverman, Prentice - Hall, Inc. Englewood  
Cliffs, N.J.

مرجع ۱ توسط آقایان بهزاد، رزاقی، کاظمی و ناظمی به فارسی ترجمه و در مرکز نشر  
دانشگاهی در سال ۱۳۶۹ به چاپ رسیده است.



## معادلات دیفرانسیل



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضی ۲

سرفصل دروس:

طبیعت معادلات دیفرانسیل و حل آنها، خانواده منحنی‌ها و مسیرهای قائم، الگوهای فیزیکی، معادله جدا شدنی، معادله دیفرانسیل خطی مرتبه اول، معادله همگن، معادله خطی مرتبه دوم، معادله همگن با ضرایب ثابت، روش ضرایب نامعین، روش تغییر پارامترها، کاربرد معادلات مرتبه دوم در فیزیک و مکانیک، حل معادله دیفرانسیل با سریها، توابع بسل و گاما، چند جمله‌ای لژاندر، مقدمه‌ای بر دستگاه معادلات دیفرانسیل، تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل.

مراجع:

1- Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems, William E. Boyce, Third Edition, John Wiley and Sons.

کتاب فوق توسط آقایان سلطانپور و شمس به فارسی ترجمه و در سال ۱۳۶۹ در مرکز نشر دانشگاهی چاپ شده است.

## ریاضی مهندسی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: معادلات دیفرانسیل



سرفصل دروس:

سری فوریه و انتگرال آن و تبدیل فوریه:

تعریف سری فوریه، فرمول اولر، بسط در نیم دامنه، نوسانات واداشته، انتگرال فوریه.

معادلات با مشتقات جزئی:

نخ مرتعش، معادله موج یک متغیره، روش تفکیک متغیرها، جواب دالامبر برای معادله موج، معادله انتشار گرما، معادله موج دو متغیره، معادله لاپلاس در مختصات دکارتی و کروی و قطبی، معادلات بیضوی، پارابولیک و هیپربولیک، موارد استعمال تبدیل لاپلاس در حل معادلات با مشتقات جزئی، حل معادلات مشتق جزئی با استفاده از انتگرال فوریه.

توابع تحلیلی و نگاشت کانفرمال و انتگرال‌های مختلف:

حد و پیوستگی، مشتق توابع مختلف، توابع نمائی، مثلثاتی، هذلولی و لگاریتمی، مثلثاتی معکوس و نمائی بانمای مختلف، نگاشت کانفرمال، نگاشت  $w=e^z$ ,  $w=az+l/cz+b$ ,  $w=z+b$  انتگرال خط در صفحه مختلط، قضیه انتگرال گوس، محاسبه انتگرال خط بوسیله انتگرال‌های نامعین، فرمول گوس، بسط‌های تیلور و مک‌لورن، انتگرال‌گیری به روش مانده‌ها، قضیه مانده‌ها، محاسبه برخی از انتگرال‌های حقیقی.

## محاسبات عددی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: معادلات دیفرانسیل

سرفصل دروس:

خطاها و اشتباهات، درون یابی و برون یابی، یافتن ریشه های معادلات با روشهای مختلف، مشتق گیری و انتگرال گیری عددی، تفاوت های محدود، روشهای عددی برای حل معادلات دیفرانسیل معمولی مرتبه ۱ و ۲، عملیات روی ماتریس ها و تعیین مقادیر ویژه آنها، حل دستگاه های معادلات خطی و غیر خطی، روش حداقل مربعات.

مرجع:

1- Numerical Methods and Software, Kahan, Moler and Nash, Prentice - Hall, 1989.

2- Computer Methods and Numerical Analysis, R.H. Pennington, Macmilan.

۳- ترجمه فارسی این کتاب تحت عنوان آنالیز عددی و روشهای کامپیوتری توسط آقایان دکتر پرویز جبه دار مارالانی و دکتر منصور نیکخواه بهرامی در انتشارات دانشگاه تهران چاپ شده است.

## مبانی و برنامه سازی کامپیوتر



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: معادلات دیفرانسیل

هدف:

سرفصل دروس:

- ۱- مقدمه و تاریخچه مختصر کامپیوتر (۱ تا ۲ ساعت).
- ۲- اجزاء سخت افزار (پردازنده مرکزی - حافظه اصلی - امکانات جانبی) (۲ تا ۳ ساعت).
- ۳- زبان و انواع آن (زبان ماشین - زبان اسمبلی - زبانهای سطح بالا) (۲ تا ۳ ساعت).
- ۴- تعریف نرم افزار و انواع آن (سیستم عامل و انواع آن - برنامه های مترجم - برنامه های کاربردی) (۱ تا ۲ ساعت).
- ۵- مراحل حل مسئله: تعریف مسئله - تحلیل مسئله - تجزیه مسئله به مسائل کوچکتر و تعیین ارتباط آنها (۱ ساعت).
- ۶- الگوریتم: تعریف الگوریتم - عمومیت دادن راه حل و طراحی الگوریتم - بیان الگوریتم به کمک روند نما - بیان الگوریتم به کمک شبه کد - دنباله کردن الگوریتم - مفهوم زیر الگوریتم (۴ تا ۶ ساعت).
- ۷- برنامه و حل مسائل: تعریف برنامه - ساختار کلی برنامه - ساختمانهای اساسی برنامه سازی:  
الف- ساخت های منطقی (ترتیب و توالی - تکرار - شرطها و تصمیم گیری - مفهوم بازگشتی).  
ب- ساخت های داده یی (گونه های داده یی ساده: صحیح - اعشاری - بولین نویسه ای (کاراکتری) - گونه های داده یی مرکب: آرایه - رکورد - مجموعه).  
ج- زیر روالها (نحوه انتقال پارامترها)  
د- آشنایی با مفهوم فایل - فایل پردازی، و عملیات ورودی.  
خروجی مفاهیم فوق می بایستی به یکی از سه زبان پاسکال، فرترن ۷۷ یا بالاتر، و یا زبان C بیان شوند.

## فیزیک ۱



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

سرفصل دروس:

اندازه گیری، بردارها، حرکت در یک بعد، حرکت در یک صفحه، دینامیک ذره، کار، بقاء انرژی، دینامیک ذرات، سینماتیک و دینامیک دورانی، ضربه، تعاریف دما و گرما، قانون صفر، اول و دوم ترمودینامیک، نظریه جنبشی گازها.

منابع:

Fundamentals of Physics

BY: D. Halliday and R. Resnick (1986)

John Wiley & Sons, Inc.

## آزمایشگاه فیزیک ۱



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

همزمان: عملی

سرفصل دروس:

سرفصل دروس:

تعیین گرمای ویژه مایعات به روش سرد شدن، تعیین ضریب انبساط حجمی مایعات، تعیین گرمای نهان ذوب یخ، گرمای نهان تبخیر، تعیین ضریب انبساط طولی جامدات، ترمومتر گازی، تعیین کشش سطحی مایعات (تانسیومتر)، تعیین ضریب هدایت حرارت جامدات، تحقیق قوانین بویل، ماریوت - کیلوماک، تعیین کشش سطحی مایعات (لوله های موئین)، ویسکوزیته، چگالی سنج بوسیله قطره چکان هیلکه (تعیین کشش سطحی مایعات)، شناسایی وسایل اندازه گیری و محاسبه خطاها (جمع جلسات آزمایشگاه در این درس ۹ جلسه ۲ ساعته می باشد).

## فیزیک ۲

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک پایه ۱

سرفصل دروس:

بار و ماده، میدان الکتریکی، قانون گوس، پتانسیل الکتریکی، خازنها و دی الکتریکها، جریان و مقاومت، نیروی محرکه الکتریکی و مدارها، میدان مغناطیسی، قانون آمپر، قانون القاء فارادی، القاء، خواص مغناطیسی ماده، نوسانات الکترو مغناطیسی، جریانهای متناوب، معادلات ماکسول، امواج الکترو مغناطیسی.

منابع:

Fundamentals of Physics





## آزمایشگاه فیزیک ۲



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: عملی

همزمان: فیزیک ۲

سرفصل دروس:

### سرفصل آزمایش ها:

شناسایی اسپلوسکوپ، شناسایی گالوانومتر و طرز تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر، رسم

منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی و دید و ترانزیستور، اندازه گیری ظرفیت خازنها و تحقیق.



## شیمی عمومی ۱

تعداد واحد: ۳

نوع عملی: نظری

سرفصل دروس: نظری ۳ واحد

مقدمه: علم شیمی، نظریه اتمی دالتون، قوانین ترکیب شیمیایی، وزن اتمی و اتم گرم، عدد آووگادرو، تعریف مول، محاسبات شیمیایی.

ساختمان اتم: مقدمه، ماهیت الکتریکی ماده (تجربه تامسون، تجربه میلیکان)، ساختمان اتم، تجربه راترفورد، تابش الکترو مغناطیس، مبدا نظریه کوانتوم، (نظریه کلاسیک تابش، اثر فتو الکتریک اتم بوهر، طیف اشعه و عدد اتمی)، مکانیک کوانتومی (دوگانگی ذره و موج، طیف خطی گیتار، اصل عدم قطعیت، معادله شرودینگر، ذره در جعبه)، اتم هیدروژن، (اعداد کوانتومی s, m, l, n)، اتمهای با بیش از یک الکترون، ترازهای انرژی، آرایش الکترونی، جدول تناوبی، شعاع اتم، انرژی یونی، الکترون خواهی، بررسی هسته اتم و مطالعه ایزوتوپهای رادیو اکتیو.

ترموشیمی: اصول ترموشیمی، واکنشهای خود بخودی، انرژی آزاد و آنتروپی، معادله گیبس، هلمهوتز.

حالت گازی: قوانین گازها، گازهای حقیقی، نظریه جنبشی گازها، توزیع سرعتهای مولکولی گرمای ویژه گازها.

پیوندهای شیمیایی: پیوندهای یونی و کووالان، اربیتالهای اتمی و مولکولی، طول پیوند، زاویه پیوندی قاعده هشتایی، پیوندهای چند گانه، قطبیت پیوندها، پدیده رزنانس، پیوند هیدروژنی، پیوندهای فلزی، نیمه رساناها، نارساناها، (با مثالهایی از علوم روزمره).

مایعات و جامدات و محلولها: تبخیر، فشار بخار، نقطه جوش، نقطه انجماد، فشار بخار جامدات، تصفیه، مکانیزم حل شدن فشار بخار محلولها و قوانین مربوط به آن.

تعادل در سیستم های شیمیایی: واکنشهای برگشت پذیر و تعادل شیمیایی، ثابت های متعادل، (گازها، جامد، مایع) اصول لوشاتلیه.

سرعت واکنشهای شیمیایی: سرعت واکنش، اثر غلظت در سرعت، معادلات سرعت، کاتالیزورها (با مثالهایی از انفجار تجزیه نوری تبدیل انرژی).  
اسیدها و بازها و تعادلات یونی: نظریه آرنیوس، نظریه برستد لوری، نظریه لوئیس، الکترولیتهای ضعیف، آمفوتریسم، هیدرولیز، محلولهای تامپون.  
اکسایش و کاهش: حالت اکسایش، نظریه نیم واکنش، موازنه واکنشهای اکسایش و کاهش پیل گالوانی و معادله نرنست، سایر پیلهای شیمیایی (پیلهای سوختی، باتریها، خوردگی).



## آزمایشگاه شیمی عمومی ۱



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: عملی

همزمان: شیمی عمومی ۱

سر فصل دروس: عملی ۱ واحد (۳۴ ساعت)

مطالبی را که دانشجویان در درس شیمی عمومی نظری آموزش دیده اند در آزمایشگاه توام با

آزمایش پی‌گیری می‌نمایند.

## کارگاه عمومی



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

سرفصل دروس:

آشنایی با اصول ایمنی و بهداشت کارگاهها و طرز استفاده از وسایل و ابزار مورد استفاده در این کارگاهها. در این درس دانشجویان روش کار کردن با وسایل و تجهیزات کارگاهی را در بخشهای ماشین ابزار، جوشکاری، مدل سازی و ریخته گری، برق و .... خواهند آموخت.

## نقشه کشی صنعتی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری و عملی

سرفصل دروس:

### الف: نظری ۱ واحد (۱۷ ساعت)

محتوی: مقدمه‌ای بر پیدایش نقشه کشی صنعتی و کاربرد آن، تعریف تصویر، رسم تصویر، نقطه، خط، صفحه، جسم بر روی یک صفحه تصویر، معرفی صفحات اصلی تصویر، اصول رسم سه تصویر، رابطه هندسی بین تصاویر مختلف، وسایل نقشه کشی و کاربرد آنها، ابعاد استاندارد کاغذهای نقشه کشی، انواع خطوط کاربرد آنها، جدول مشخصات نقشه، ترسیمات هندسی، روشهای مختلف معرفی فرجه اول و سوم، طریقه رسم سه تصویر یک جسم در فرجه سوم. روش رسم شش تصویر یک جسم در فرجه اول، تبدیل فرجه، رسم تصویر از روی مدل‌های ساده، اندازه نویسی و کاربرد حروف و اعداد، رسم تصویر یک جسم به کمک تصاویر معلوم آن با روش شناسایی سطوح و احجام، تعریف برش و قراردادهای مربوط به آن، برش ساده (متقارن و غیر متقارن)، برش شکسته، برش شکسته شعاعی و مایل، نیم برش ساده، نیم برش شکسته، برش موضعی، برش‌های گردشی و جابجا شده، مستثنیات در برش، تعریف تصویر مجسم و کاربرد آن، طبقه بندی تصاویر مجسم، تصویر مجسم قائم (ایزومتریک، دیمتریک، تری متریک)، تصویر مجسم مایل شامل مایل ایزومتریک (کاوالیر) و مایل دیمتریک (کابینت)، اتصالات پیچ و مهره، پرچ، جوش و طریقه رسم انواع آنها، طریقه رسم نقشه‌های سوار شده باختصار.

### ب: عملی ۱ واحد (۵۱ ساعت)

مراجع پیشنهادی:

Technical Drawing - Engineering Graphics.

## پروژه



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: پس از گذراندن ۱۰۰ واحد درسی

سرفصل دروس:

بعد از کارآموزی می‌تواند در صنعت یا در دانشگاه انجام گردد. ترجیح دارد از مسایل صنعت که در طی کارآموزی دانشجوی با آنها برخورد داشته است انتخاب و با همکاری صنعت انجام شود.



## کارآموزی

تعداد واحد: بدون واحد (در صورت احتساب ۲ واحد برای کارآموزی، جمع کل واحدهای دوره باید به ۱۴۲ برسد)

نوع درس: عملی

پیشنیاز: ۱۰۰ واحد درسی

هر يك از دانشجویان گرایشهای مختلف مهندسی متالورژی و مواد پس از گذراندن صد واحد با توجه به زمینه تخصصی شان موظف به گذراندن يك دوره کارآموزی در یکی از صنایع مربوطه در طول تابستان و یا در ترم آخر با رعایت ضوابط ب مدت ۳۶۰ ساعت می‌باشند.

کارآموزی بصورت برنامه ریزی شده در قسمت های مختلف کارخانه زیر نظر يك استاد راهنما در صنعت و يك استاد راهنما از دانشگاه انجام می‌شود و در پایان کارآموزی ارزیابی توسط اساتید راهنمای صنعت و دانشگاه بعمل می‌آید.

کارآموزی در شرکتهای مشاور و قسمت های اداری و بازرگانی کارخانجات و واحدهای تولیدی با کمتر از ۱۰ نفر پرسنل پذیرفته نمی‌شود.



## سرفصل ها و مشخصات دروس اصلی



## مبانی مهندسی برق



تعداد واحد: ۳ (۴ ساعت)

نوع واحد: ۳ ساعت نظری یک ساعت حل تمرین

پیشنیاز: فیزیک ۲

۳ واحد ۴ ساعت

تولید و انتقال و پخش و توزیع برق صنعتی، توان‌های سه فاز، ضریب توان، کاربرد اعداد مختلط در مدارهای الکتریکی، مغناطیس و مدارهای مغناطیسی، محاسبات نیروی مغناطیسی، تلفات هسته در مدارهای مغناطیسی، اصول کار و انواع مولدهای جریان دائم، راه‌اندازی موتورهای جریان دائم، مشخصه‌های مولدهای جریان دائم، اصول کار و انواع موتورهای جریان دائم، ساختمان و طرز کار ترانسفورماتورهای یک فاز و سه فاز، مدار معادل الکتریکی ترانسفورماتور، ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری C.T و V.T اتو ترانسفورماتور، گروه‌بندی ترانسفورماتورهای سه فاز، ساختمان ژنراتورهای جریان متناوب (آلترناتورها)، پارالل کردن و نگهداری آلترناتورها، موتورهای سنکرون، موتورهای القایی آسنکرون (شناخت و ساختمان الکتریکی)، موتورهای تک فاز و سه فاز آسنکرون، کلیدهای اتومکانیک و رله‌ها در مدار کنترل موتورها، برآورد مقاطع سیم‌ها و کابل‌ها و آشنایی با تابلوهای برق.

## آزمایشگاه مبانی مهندسی برق



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

همزمان: مبانی مهندسی برق

سرفصل دروس:

راه اندازی موتورهای جریان دائم - سنکرون - ماشینهای جریان دائم و مشخصات کار آنها (تحریک مستقل، سری، موازی) ترانسفورماتورهای یک فاز و سه فاز و اتصال آنها بصورت موازی.

تغییر بار راکتیو و ژنراتور سنکرون - تغییر بار راکتیو در موتور سنگین - اندازه گیری تلفات بی باری و اتصال کوتاه در ماشین آسنکرون و ترانسفورماتور تعیین راندمان - آشنایی با کلیدها، فیوزها، کابلهای فشار ضعیف و قوی، سر کابل و بسط کابل، ایمنی، سیم زمینی فیوزها، کلید اتوماتیک.

## استاتیک



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک ۱

سرفصل دروس:

تعاریف نیرو، گشتاور، کوپل، شناخت کیفیت برداری نیرو، گشتاور، طرز نمایش و تجزیه نیرو، گشتاور (روش تحلیل و ترسیمی)، جمع نیروها، مفهوم حاصل جمع چند نیرو: جمع نیروهای هم صفحه، نیروهای متقارب، نیروهای موازی، حالت کلی در روشهای ترسیمی، جمع نیروها در فضا، گشتاور، تعیین گشتاور نیروها، کوپل نیرو، حاصل جمع گشتاور و کوپلها - تعریف برآیند یک سیستم استاتیکی، تعیین برآیند چند نیرو در صفحه از نیروهای متقارب، نیروهای موازی، نیروها در حالت کلی، روشهای ترسیمی و تحلیلی، تعیین برآیند نیروهای فضایی، تعیین سیستمهای مرکب از نیرو و گشتاور - تعریف تعادل و شرایط آن، تعریف پیکر آزاد، سیستمهای مکانیکی پایدار و ناپایدار، سیستمهای معین و نامعین استاتیکی، کاربرد استاتیک در مسائل مهندسی (در صفحه و در فضا)، مسائل معین و نامعین، نیروهای داخلی و خارجی، عوامل مؤثر و شرایط بررسی نیروها و گشتاورهای خارجی، شرایط و عوامل مؤثر در بررسی نیروها و گشتاورهای داخلی، اهمیت تبیین نیروها و گشتاورهای داخلی در مسائل مهندسی، روشهای مختلف تبیین نیروهای داخلی، (روش مقاطع، روش پیکر آزاد و ....) بررسی مسائل به روشهای ترسیمی و تحلیلی. تعیین نیروهای داخلی در یک نقطه یا یک مقطع مشخص از جسم، تعیین نیروها و گشتاورهای مختلف اجسام، روابط نیروها و گشتاور، رسم دیاگرام و تغییرات نیرو و گشتاور در طول اجسام.

خرپاها: شرایط حل مسائل خرپا، روشهای مختلف حل مسائل خرپا، متد گره‌ها، متد مقاطع و روشهای ترسیمی.

کابلها: مسائل کلی.

اصطکاک: تعریف کلی، قوانین اصطکاک خشک، مسائل خاص اصطکاک (اصطکاک بین پیچ و مهره، چرخ و تسمه، ترمزهای اصطکاک، اصطکاک لغزشی و غلطشی، اصطکاک در بلبرینگ‌ها).

خواص هندسی منحنیها، سطح‌ها و حجم‌ها، تعریف کلی ممان، سطوح و اشکال هندسی، ممان اولیه و ممان ثانویه، تعیین مراکز خط و سطح و حجم انواع ممانهای ثانویه، شعاع ژیراسیون، قوانین انتقال ممان ثانویه سطح به محورهای موازی و مایل. ماکزیمم و مینیمم ممان اینرسی.

اصول کلی استاتیک مایعات: کاربرد اصول انرژی در حل مسائل استاتیک، اصل کار مجازی در مسائل تعادل، تعادل پایداری، اجسام صلب، روشهای تعادل و انرژی.



## مقاومت مصالح



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: استاتیک

سرفصل دروس:

کلیات: معرفی هدف و میدان مسائل مقاومت مصالح، اجسام تغییر فرم پذیر، سازه‌ها و دستگاههای مکانیکی.

نیروها: مطالعه سیستم نیروهای خارجی و داخلی اجسام، محاسبه عکس العمل‌ها در تکیه گاهها، بررسی بارهای وارده به اجسام، طبقه بندی نیروها و محاسبه عکس العمل پایه‌های تیر. تنش و کرنش: تعریف تنش، تنش محوری، تنش مماسی (برشی)، مفهوم فیزیکی کرنش، تعریف ریاضی کرنش، بررسی منحنی تجربی، تنش و کرنش، تذکر مختصری در مورد تانسورهای تنش و کرنش، روابط میان تنش و کرنش.

معادلات مشخصه: قانون هوک برای اجسام غیر همگن (Anisotropic) و همگن (Isotropic)، ضریب پواسون، اثر حرارت و تنش حرارتی، انرژی کرنش، بررسی مسائل یک بعدی، خرپاها، مفهوم همسازی با استفاده از تغییر مکان خرپاها.

پیچش: فرضیات اولیه پیچش، پیچش مقاطع دایره‌ای توپر و خالی، تنش پیچشی، کرنش پیچشی، زاویه پیچشی، معادله پیچشی، تذکری در مورد پیچش مقاطع غیر دایره‌ای.

تئوری مقدماتی تیرها: نیروی برشی و لنگر خمشی، توزیع تنش‌های محوری و برشی، تئوری خمش و محدودیت‌ها و فرضیات اولیه آن، خمش ساده، تیرها، رابطه گشتاور خمشی شیب و تغییر مکان در تیرها، ممان اینرسی، کاربرد روش گشتاور مساحت، فنرها (تیغه‌ای و مارپیچی) خمش مقاطع غیر متقارن، مرکز برشی، خمشی غیر ساده (دو محوری، توام با فشار)، تیرها با مقاطع متغیر، تیرهای مرکب (بیش از یک جنس)، بارهای متحرک در تیرها.

## کریستالوگرافی و آزمایشگاه



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری + ۱ واحد تمرین

پیشنیاز: شیمی عمومی ۱

سرفصل دروس:

- تعریف کریستال و خواص آن - ساختمان داخلی کریستال - شبکه چهارده گانه براوه -
  - ثوابت شبکه های فضایی - سیستمهای تبلور - نامگذاری از راه وایس و میلر - اصول تقارن -
  - تشخیص تقارن سطوح بلورها بوسیله اشکال حاصله از خراش شیمیایی - منطقه و قوانین مناطق -
  - قاعده کمپلیکاسیون - تصویر استریوگرافی بلورها - بررسی هفت سیستم و ۳۲ کلاس تبلور -
- کریستالوگرافی به وسیله اشعه X.

## پدیده‌های انتقال



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: معادلات دیفرانسیل

سرفصل دروس:

ویسکوزیته و آحاد مربوطه، روابط تجربی محاسبه ویسکوزیته سیالات، اثر درجه حرارت و فشار روی ویسکوزیته - مقدمه‌ای بر سیالات غیر نیوتنی - موازنه پوسته‌ای (Shell Balance) مومنتم در حل مسائل جریان آرام سیالات - معادله کلی مومنتم در مختصات قائم، استوانه‌ای و کروی - مقدمه‌ای بر جریان درهم (Turbulent) - معادله انرژی مکانیکی و معادله برنولی - انتقال حرارت و مکانیزمهای مختلف آن، هدایت حرارت در یک بعد، هدایت در لایه‌های مرکب، ضریب هدایت حرارتی اجسام، اثر درجه حرارت و فشار روی ضریب هدایت، موازنه پوسته‌ای انرژی در مسائل انتقال حرارت توسط هدایت و کنوکسیون، معادله کلی انرژی در مختصات قائم، استوانه‌ای و کروی، تعریف ضریب انتقال حرارت و روش محاسبه آن در کنوکسیون اجباری و آزاد در جریان داخلی روی اجسام غوطه‌ور و جریان داخل لوله‌ها و کانالها - قوانین تابش، ضریب تابش و مقادیر آن، اجسام سیاه و خاکستری، تابش سطوح سیاه و خاکستری، ضریب دید، مقدمه‌ای بر کاربرد تابش در طرح کوره‌ها - مکانیزمهای مختلف انتقال جرم، مروری بر قوانین فیک، ضرایب دیفوزیون در محیط متخلخل - مثالهایی از دیفوزیون در سیالات و جامدات به کمک موازنه پوسته‌ای جرم - تعریف ضرایب انتقال جرم و مقدمه‌ای بر روابط تجربی و تئوری محاسبه آن - خلاصه‌ای از اعداد بدون بعد سه پدیده و تشابهات و اختلافات بین سه پدیده - کاربرد مطالب درس در مهندسی مواد همراه با ارائه تمرینات و مسائل مربوط به مجموعه‌های مواد.



## شیمی فیزیک مواد



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضی ۲ - شیمی عمومی ۱

سرفصل دروس:

خواص گازها: حالت گاز، قوانین گازهای ایده آل، تئوری جنبشی گازها، رابطه درجه حرارت با انرژی گاز، ظرفیت حرارتی گازهای ایده آل، معادله گازهای حقیقی - خواص مایعات: حالت مایع، ساختمان مایع - قانون اول ترمودینامیک: تعاریف سیستم، حالت، خواص فراگیر، خواص متمرکز، معادله حالت، انرژی و تحول - قانون بقاء انرژی یا قانون اول ترمودینامیک - تعادل: تعادل مکانیکی، تعادل حرارتی، تعادل شیمیایی، تعادل ترمودینامیکی، برگشت پذیری - مقادیر عددی ظرفیت حرارتی: تئوری DEBYE، رابطه تجربی C، قانون KOPP - انتالپی: قانون KIRCHHOFT، قانون HESS - انتالپی تشکیل: مطلق کمیات، حالت استاندارد، حرارت واکنش - قانون دوم ترمودینامیک: سیکل کارنو، بازده ماشین کارنو، انتروپی، انرژی آزاد HELMHOLTZ، انرژی آزاد GIBBS، روابط MAXWELL - معیار تعادل - قانون سوم ترمودینامیک: سطح صفر دما، سطح صفر انرژی، سطح صفر انتروپی، اثبات تجربی قانون سوم - اکتیویته و ثابت تعادل - تعبیر آماری از انتروپی: معادله BOLTZMANN، ترمودینامیک آماری، محتمل ترین حالت، بی نظمی ارتعاشی - الکتروشیمی: واکنش الکتروشیمیایی، پیل های برگشت پذیر، پیل گالوانیک، نیروی محرکه و واکنش پیل، پتانسیل الکتروود استاندارد، انواع پیلها - تمرینهای این درس تماماً در رابطه با رشته مواد و در مورد سرامیکها، فلزات، آلیاژها، سرباره ها، ماتها و ... انتخاب خواهد شد.

## ترمودینامیک مواد ۱



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: شیمی فیزیک مواد

سرفصل دروس:

- ۱- یادآوری قوانین ترمودینامیک و توابع انرژی داخلی، انتالپی، آنتروپی، انرژی آزاد، معیار تعادل واکنش‌های شیمیایی.
- ۲- بررسی ترمودینامیکی واکنش‌های شیمیایی ناهمگن حاوی گاز و فازهای کندانس خالص نظیر واکنش‌های اکسیداسیون، احیاء، واکنش فلزات با گوگرد، هالوژنها، مفهوم پتانسیل اکسیژن، گوگرد و هالوژنها، دیاگرامهای الینگهام (ریچاردسون)، دیاگرام‌های پایداری.
- ۳- ترمودینامیک تغییر فاز در سیستم‌های خالص: مفهوم پتانسیل شیمیایی، قانون فاز گیبس، معادله کلایزیوس - کلایپرون، انتگرال‌گیری معادله کلایزیوس - کلایپرون در مورد دو فاز کندانس و در شرایطی که جسم خالصی یا بخارش در تعادل باشد، معادلات فشار بخار اجسام خالص با دما، تاثیر فشار وارده بر فاز کندانس روی فشار بخار آن، دیاگرام فاز سیستم‌های یک جزئی.
- ۴- مبانی ترمودینامیک محلولها: تعریف محلول، تقسیم بندی محلولها، اکتیویته و ضریب اکتیویته اجزاء یک محلول، مقادیر مولار جزئی، رابطه مقادیر مولار جزئی با هم (معادله گیبس دوهم) تعیین مقادیر مولار جزئی با استفاده از مقادیر مولی محلول آزاد گیبس در اثر حل شدن، خواص ترمودینامیکی محلولهای ایده آل، قانون رانولت محلولهای غیر ایده آل، تاثیر فشار، دما و ترکیب شیمیایی بر ضریب اکتیویته، محاسبه ضریب اکتیویته و اکتیویته یک جزء با استفاده از معادله گیبس - دوهم، تابع، و اهمیت آن، توابع اضافی، محلول با قاعده (Regular) و خواص آن، انواع حالت‌های استاندارد، محلولهای رقیق - قانون هنری.
- ۵- بررسی ترمودینامیکی سیستم‌های دوتایی: اهمیت منحنی‌های  $\Delta G_M$  بر حسب ترکیب شیمیایی و رسم آنها، ارتباط این منحنی‌ها با دیاگرام‌های فاز، محاسبه و رسم دیاگرام‌های فاز، استفاده از دیاگرام‌های فاز در محاسبه کمیت‌های ترمودینامیکی، بررسی انواع تعادل

فاز در سیستم های دوتایی، حلالیت گازها در فلزات، سیستم های دوتایی با ترکیبات استوکیومتری.

۶- سیستم های الکتروشیمیایی: سیستم های الکتروشیمیایی بعنوان نمونه ای از سیستم های با کار غیر انبساطی، رابطه  $G$  و نیروی محرکه (e.m.f)، اثر اکتیویته و دما بر نیروی محرکه، تبادل گرما، کاربرد سیستم های الکتروشیمیایی برای اندازه گیری کمیت های ترمودینامیکی.

### منابع و مراجع:

- 1) Introduction to Metallurgical Thermodynamics, D.R. Gaskell.
- 2) Physical Chemistry of Metals, L.S.Darken & R.W.Guny.
- 3) Thermodynamics of Solids, R.A.Swalin.
- 4) Metallurgical Thermochemistry, O.Kubaschewski & C.B.Alcock.
- 5) Selected values of Thermodynamic Properties of Metals and Alloys, R.Hultgren & r.L.Orr & P.D. Anderson & K.K.Kelley.



## خواص فیزیکی مواد ۱

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بلورشناسی



سرفصل دروس:

ساختار اتمی و تئوری فلزات و غیر فلز، باندهای مختلف اتمی، خواص فیزیکی حاصل از باند فلزی، خواص الکتریکی، الکترونیکی، هدایت حرارتی، ساختار کریستالوگرافی مواد، سیستم های صفحات و جهات کریستالوگرافی، خواص مغناطیسی مواد فازهای مختلف در حالت جامد، محلولهای جامد، حد حلالیت و تاثیر درجه حرارت و فشار بر حلالیت، قانون فازها - نمودار تعادلی سیستم يك جزئی، سیستم های تعادلی دوتایی، جوانه زنی فاز دوم، اصول جوانه زنی همگن و ناهمگن، انحلال کامل در حالت مایع و جامد، سیستم یوتکتیک، یوتکتیک معمولی و غیر معمولی، تغییر حالت پری-یوتکتیک، تغییر حالت یوتکتوئید واکنش های پری-تکتوئید و مونوتکتیک، شرایط عدم تعادلی در محلولهای جامد، ساختار کریستالهای مخلوط یا محلولهای جامد.

ساختار میکروسکپی مواد، دانه های و مرز دانه ها، رشد دانه ها.

منحنی های تعادل سیستم های سه تایی، بررسی مقاطع مختلف درجه حرارت در يك محلول سه تایی، محاسبه فازها در سیستم های سه تایی، انواع مختلف سیستم های سه تایی و تغییر حالت های مربوطه، حالت های تعادل و عدم تعادل در سیستم های سه تایی، روش های رسم نمودارهای تعادل سیستم های دوتایی و سه تایی.

مقدمه ای بر رفتار الاستیکی و پلاستیکی و تردی در مواد و ارتباط آنها با ساختار.

مواد فلزی، مشخصات عمومی و خواص فیزیکی و مکانیکی و ساختار میکروسکپی،

مواد سرامیکی، مشخصات عمومی و خواص فیزیکی و مکانیکی و ساختار میکروسکپی و انواع مهم

مواد سرامیکی.

مواد پلی مری، مشخصات عمومی و خواص فیزیکی و ساختاری آنها.

مواد کامپوزیت (چند سازه ای)، مشخصات عمومی و انواع آنها، فازهای تقویت کننده، ساختار

کامپوزیتها.

مراجع:

1. Elements of physical Metallurgy A. G. Guy.
2. Metals Handbook vol. 8.
3. Physical Metallurgy primliples R. E. Read - Hill.
4. Metalkunde E. Hornbogen.



## آزمایشگاه متالوگرافی



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

هم نیاز: خواص فیزیکی مواد ۱

رئوس آزمایش ها:

وسایل متالوگرافی و سراموگرافی، روشهای مانع کردن، پولیش و اچ نمونه ها.

مطالعه ریزساختار يك ماده خالص، اندازه دانه و مرز دانه ها.

مطالعه ریزساختار مواد ریخته گری شده، مواد معدنی و مواد کار شده و بررسی اثر عوامل مختلف بر روی آنها.

انحلال در حالت جامد و مایع، ریزساختار دندریتی، ریزساختار دانه ای و غیره.

مطالعه رابطه نمودار فاز سیستم دوتایی با ساختار میکروسکپی، دیاگرام آهن و کربن و بررسی ریزساختار چدن‌ها و فولادها.

انواع گرافیت در چدن‌ها و تاثیر عوامل و عناصر مختلف بر روی ریزساختار چدن‌ها. ریزساختار فولادهای مختلف.

مطالعه و بررسی ساختار فلزات غیرآهنی، مطالعه و بررسی ساختار مواد سرامیکی، فازهای آمورف.

بررسی ریزساختار آلیاژها، بررسی ساختار و مورفولوژی مواد معدنی و پودرها.

بررسی تاثیر خواص مکانیکی بر ریزساختار مواد، تغییر فرم پلاستیک و بررسی و مطالعه دوقلوها، بازیابی و تبلور مجدد.

## خواص مکانیکی مواد ۱

تعداد واحد: ۳



پیشنیاز: مقاومت مصالح - خواص فیزیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

- یادآوری تنش و کرنش، تنش‌های اصلی، دایره مور.
- رفتار مواد در کشش، انواع منحنی‌های تنش و کرنش - رفتار الاستیک - پلاستیک، رفتار پلاستیک.
- اثر درجه حرارت و سرعت کرنش بر رفتار کششی.
- مقاومت یک کریستال بدون نقص - نیاز وجود نقایص شبکه‌ای - نابجایی‌ها.
- انواع نقایص - نابجایی، نقص نقطه‌ای، نقص صفحه‌ای، نقص حجمی.
- مقاومت شبکه در مقابل حرکت نابجایی‌ها - نیروی پارلز نابارو - ماهیت نابجایی‌ها - انواع نابجایی‌ها.
- مشاهده نابجایی‌ها، خواص الاستیک نابجایی‌ها - اندر کنش نابجایی‌ها با یکدیگر - تکثیر نابجایی‌ها - نابجایی‌های جزئی.
- کریستالوگرافی لغزش - هندسه لغزش.
- دوقلوبی - انواع، ساختار و خواص.
- منحنی تنش و کرنش تک کریستال - کار سختی تک کریستال و مکانیزم‌های مقاوم شدن بر اثر محلول جامد، رسوب و پخش ذرات.
- اثر مرزدانه بر رفتار مکانیکی و مکانیزم مقاوم شدن - انواع مرزهای دانه و ماهیت آنها.
- ساختار داخلی فلزات تغییر فرم یافته - اثر بافت بر رفتار مکانیکی.
- مقاومت ناشی از ایجاد کامپوزیت‌ها - انواع کامپوزیت‌ها خواص - خواص و روشهای ساخت.
- رفتار مکانیکی مواد سرامیکی - ویژگی‌های ساختاری - ساختارهای کریستالی و آمورف - محدودیت لغزش.
- رفتار مکانیکی پلیمرها - ساختار پلیمرها و انواع آنها - پلیمرهای کریستالی و آمورف، مکانیزم تغییر فرم.
- شکست - خزش - خستگی.

## مراجع:

- 1- Deformation & Fracture Mechanics of Engineering Materials, R.W. Hertzberg.
- 2- Mechanical Metallurgy, G.E.Dieter.
- 3- Strong Solids, A.Kelly.
- 4- Introduction to Ceramics, W.D. Kingery.
- 5- Properties and Structure of polymers, A.V.Tobolsky.





## آزمایشگاه خواص مکانیکی مواد ۱

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد ۱



رئوس آزمایش ها:

آزمایش کشش: انجام کشش روی چند نمونه فولادی و چدنی و غیر آهنی و رسم منحنی تنش از دیاد طول نسبی برای هر کدام از آنها و بررسی اثر عناصر آلیاژی بر خواص مکانیکی چدن و فولاد و تعیین حد الاستیک.

آزمایش فشار: انجام آزمایش فشار روی چند نمونه فولادی و چدنی و غیر آهنی و پیدا کردن منحنی تنش - کاهش طول نسبی و مقایسه خواص فشاری چدن و فولاد.

آزمایش سختی: آشنایی با روشهای مختلف اندازه گیری سختی فلزات (راکول، برنیل، ویکرز و سختی میکرو).

آزمایش خمش، آزمایش ضربه، انجام آزمایش ضربه در برجه حرارتهای مختلف و تعیین برجه حرارت تبدیل.

آزمایش خزش: رسم منحنی  $E - T$  در برجه حرارتهای مختلف، آزمایش خستگی و تعیین حد خستگی.

## خواص فیزیکی مواد ۲



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

یادآوری اصول جوانه زنی، جوانه زنی در حالت جامد، جوانه زنی همگن و ناممکن در حالت جامد، عیوب کریستالی پایدار و ناپایدار، تاثیر عیوب کریستالی در جوانه زنی، معادلات سرعت جوانه زنی و انرژی محرکه آن در حالت جامد، تبلور مجدد، کارسختی، تغییر حالت، انواع مختلف تغییر حالت، ترمودینامیک تغییر حالت، نمودارهای انرژی آزاد - ترکیب در درجه حرارت‌های مختلف، انرژی محرکه تغییر حالت، مکانیزمهای مختلف حاکم بر تغییر حالت.

سطوح و فصل مشترک‌ها، طبقه بندی فصل مشترکها، انفصال شیمیایی و ساختاری در فصل مشترک‌ها، مرزدانه های اصفی، مرزدانه های فرعی، انواع دیگر فصل مشترکها، انرژی سطح، کشش سطحی و انرژی آزاد فصل مشترکها، مرزهای منظم و نیمه منظم، رسوب فاز دوم حرکت مرزها.

نفوذ و جابجایی اتمها: معادلات نفوذ، قانون اول و دوم فیک، تئوری اتمی جابجایی، پدیده کرکندال، قوانین دارکن (Darken)، حل معادل نفوذ برای شرایط مختلف، حل عمومی، روش لایه نازک، مسایل کاربردی نفوذ، ضریب نفوذ، انرژی محرکه نفوذ، مکانیزم اتمی نفوذ، مسیرهای کنترل کننده نفوذ.

تغییر حالت‌های نفوذی، قوانین عمومی تغییر حالت، تغییر حالت‌های غیر نفوذی، تغییر حالت مارتنزیتی، تئوری تشکیل جوانه و رشد در تغییر حالت غیر نفوذی.

مراجع:

1. Physical Metallurgy. R. W. Cahn, P. Hassen.
2. Transformation in Metals. P. G. Shewmon.
3. Phase Transformation in Metals and alloys. Porter and Esterling.

سرفصل ها و مشخصات دروس تخصصی الزامی  
گرایش متالورژی استخراجی



## روش انتقال مطالب علمی و فنی

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد



### هدف:

هدف این درس پرورش قدرت ارائه دقیق، واضح، صریح و مؤثر مطالب به خوانندگان یا شنوندگان با زمینه‌ها، علائق و مسئولیت‌های متفاوت و آموزش نحوه استفاده صحیح، سریع و مؤثر مطالب علمی و فنی موجود می‌باشد. در این درس ضمن تاکید به روش منطقی نوشتن مطالب علمی و فنی، به روش ارائه شفاهی این نوع مطالب نیز توجه می‌شود. روشهای جمع آوری، دسته بندی و نگهداری مطالب و همچنین طرز استفاده از این مطالب در این درس همراه با تمرینهایی از متون علمی و فنی موجود ارائه خواهد شد.

### سرفصل دروس:

تعیین موضوع، تشخیص خواننده (یا مخاطب)، تعیین حوزه بحث، تحقیق در اطراف موضوع، روش یافتن اطلاعات و نحوه استفاده از آنها، انواع فهرست‌ها و کاربرد هر یک، سازمان دادن به مطالب، پرورش بنای تفکر، زمان بندی سرعت، انتخاب و استفاده از کلیات، انتخاب سبک، تنظیم اولیه مطالب، مرور و ویرایش، استفاده از نمودار و جدول برای ارائه کتبی و شفاهی مطالب، بخشهای ضروری یک مقاله علمی و فنی، نقایص و عیوب رایج در ارائه مطالب، نوشته‌های منتخب، تمرینهای کتبی و شفاهی.

## ریخته گری ۱



تعداد واحد: ۳

پیشنیاساز: خواص فیزیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

۱- آشنایی با صنعت ریخته گری شامل انواع روشهای ریخته گری و مقایسه با سایر روشهای تولید - قالب و مواد قالب گیری - مدل و اصول کلی طراحی ریخته گری - ماهیچه و رفتار آن در ریخته گری - روشهای قالب گیری - عوامل مؤثر در طراحی قالب شامل اصول انجماد - خواص ریخته گری مذاب - ویسکوزیته، سیالیت و انقباض و جریان فلز مذاب داخل قالب - طراحی سیستم راهگامی و تغذیه.

رابطه تنش - کرنش در ریخته گری و راههای جلوگیری از ایجاد ترک گرم و سرد قطعات ریخته گری - تنش باقیمانده در قطعات ریخته گری - شناخت نواقص قطعات ریخته گری و علل ایجاد آنها.

۲- انواع کوره های مورد استفاده

۳- مذاب و کنترل ترکیب آن - روشهای تهیه مذاب و چگونگی تصفیه آن - آشنایی با انواع آلیاژهای ریخته گری آهنی و غیر آهنی - روشهای مدرن ریخته گری.

منابع و مراجع:

1- Principle of Metal Casting, R.W.Heine, C.R.Lopers & P.C.Rosental.

2- Fundamental of Metal Casting .R.A.Flinn.

## آزمایشگاه ریخته گری ۱

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

هم نیاز: ریخته گری ۱



رتوس آزمایش ها:

- ۱- قالبگیری با ماسه - تهیه ماهیچه بروش های مختلف، ماسه تر،  $CO_2$  و رزین های مختلف. آشنایی با ماشین فرم گیری. دو جلسه
- ۲- آزمایشات ماسه (اندازه گیری استحکام گرم و سرد، دانه بندی، نفوذ پذیری...), سه جلسه
- ۳- ریخته گری آلیاژهای پایه مس. يك جلسه
- ۴- آزمایش گوه: بررسی سرعت سرد شدن چدن‌ها. يك جلسه
- ۵- ریخته گری چدن نشکن: بررسی شرایط لازم جهت دسترسی به این چدن. يك جلسه
- ۶\* - ریخته گری فولاد: بررسی شرایط لازم جهت تولید فولاد ۴۳۴۰ و بررسی عملیات کیفی. يك جلسه
- ۷\* - ریخته گری تحت فشار: کار با ماشین مربوطه و بررسی شرایط ریخته گری. يك جلسه
- ۸\* - ریخته گری مداوم: کار با دستگاه مربوطه و بررسی شرایط ریخته گری. يك جلسه

از سه مورد علامت گذاری شده (\*) ۶ و ۷ و ۸ دو جلسه انتخاب و تعداد جلسات آزمایشگاه ده جلسه

می باشد.

## شکل دادن فلزات ۱



تعداد واحد: (۳ و ۱ ساعت تمرین)

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

- تانسور تنش - تنش های اصلی - تغییر ناپذیرهای تنش - تنش متوسط و تانسور با اثر
- تنش - تنش های برشی ماکزیمم - معادلات دیفرانسیل تعادل در مختصات کارتزین، استوانه ای و کروی - تانسور کرنش و سرعت کرنش - روابط سازگاری کرنش - روابط تنش و کرنش
- پلاستیک - روابط ری، پراندل، لوی میزز، معیارهای تسلیم ترسکا، فون میزز با استفاده از تغییر ناپذیرهای تنش - نمایش فضایی معیارهای فن میزز و ترسکا - سطوح تسلیم.
- انواع فرآیندهای شکل دادن - خواص قطعات شکل داده شده - اثر درجه حرارت بر شکل دادن - شکل دادن گرم - شکل دادن سرد - اثر سرعت تغییر فرم بر فرآیندهای شکل دادن - اثر ساختار بر شکل پذیری - مقدار کار لازم برای تغییر فرم (همگن - اصطکاکی - زاید) - آزمایش های استاندارد در شکل دادن - فشار تک محوری - فشار در شرایط کرنش صفحه ای - آزمایش پیچش - آزمایش Bulge tset - سختی - کشش میله، سیم، تسمه و ورق - تحلیل به روش Slab analysis - اثر زاویه ماتریس - ایجاد منطقه مرده - عیوب رایج در کشش - ساخت لوله های بدون درز به روش شکل دادن (کشش با ماندلر، توپی و نشست) - محاسبه نیروی مورد نیاز - اثر زاویه قالب، تعیین زاویه قالب بهینه.
- نورد، تحلیل نورد گرم، نورد سرد و تحلیل نیروی لازم - توزیع فشار - تپه اصطکاکی، اثر عوامل مختلف - کشش مستقیم و معکوس - ضریب اصطکاک - خمش غلطک ها - تغییر فرم الاستیک غلطک - قدرت مورد نیاز در نورد - کنترل دهانه غلطک - نقایص در نورد - نورد مقاطع.
- اکستروژن، انواع اکستروژن - تحلیل به کمک روش Slab analysis - اثر اصطکاک و کار زاید - موازنه در اکستروژن - نقایص اکستروژن - اکستروژن هیدرواستاتیک.
- فرجینگ - انواع فرجینگ (باز و بسته) - فرجینگ در شرایط کرنش صفحه ای - اثر اصطکاک - تپه اصطکاکی - روش محاسبه نیمه تجربی در فرجینگ بسته - مقدمه ای بر طراحی در فرجینگ - نقایص فرجینگ - دستگاههای فرجینگ.

## تغلیظ مواد معدنی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: شیمی عمومی ۱

سرفصل دروس:



مقدمه:

- ۱- حمل و نقل سنگهای معدنی، آنالیز اندازه‌های سنگهای معدنی، دستگاههای خرد کننده شامل شکننده‌های اولیه و آسیابها، طریقه انتخاب دستگاههای خرد کننده، توان لازم دستگاههای خرد کننده، روشهای جدا سازی سنگهای معدنی بر مبنای اندازه، الکها و سرندهای صنعتی، جدا سازی بر مبنای خواص الکتریکی، جدا سازی بر مبنای خواص سطحی، فرآیندهای لازم روی دورریز عملیات تغلیظ، بررسی اقتصادی عملیات تغلیظ.
- ۲- روشهای تغلیظ کانیهای آهن، مس، سرب و روی.

منابع و مراجع:

- 1- Mineral Processing Technology 2nd Edition. B.A.Wills 1981 (Pergamon).
- 2- Process Selection in Extracting Metallurgy, B.C.Hays, (Hayes Publulng Co., Autsolion, 1985).



## آزمایشگاه تغلیظ مواد



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

هم نیاز: تغلیظ مواد معدنی

رئوس آزمایش ها:

خرد کردن و نرم کردن مواد کانی توسط آسیابهای فکی، استوانه ای، میله ای و گلوله ای - دانه بندی با سرنند و کلاسیفایرها (سیکلون پاروشی، مارپیچی)، طرز کار با تقسیم کننده های استوانه ای و دوار برای انتخاب نمونه، آزمایش های پرعیار سازی: کانه آرائی بر مبنای وزن مخصوص، میزها، جیک ها، مایعات سنگین، جداکننده الکترواستاتیکی، جداکننده مغناطیسی.

جداسازی مواد بروش فلوتاسیون.

## اصول استخراج فلزات ۱ (پیرومتالورژی)



واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ترمودینامیک مواد ۱

مشخصات عمومی فرآیندهای پیرومتالورژیکی، اصول تشویه و تکلیس، ترمودینامیک و سینتیک آن و دستگاههای مورد استفاده، اصول احیاء فلزات، ترمودینامیک پایداری اکسیدها، سولفیدها و ....، احیاء با کربن و هیدروژن، تئوری تولید فلزات به روش متالوترمی، فشار بخار فلزات، تولید فلزات فرار و تئوری انجام واکنشها در خلاء و تکنیکهای مربوطه، فرآیندهای ذوب و تصفیه (Smelting). مباحث مربوط به تصفیه فلزات شامل اکسیداسیون و تصفیه اکسیدان. تصفیه حرارتی، تصفیه در خلاء، تصفیه موضعی (Zone Refining). اکسیژن گیری از محصول، حل مسائل و تمرینات در خور مطالب ارائه شده فوق.

## اصول استخراج فلزات ۲ (هیدرومتالورژی)



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۱

- ۱- مروری بر الکتروشیمی، ترمودینامیک محلولهای آلی، رابطه انرژی شیمیایی و الکتریکی، تاثیر غلظت بر نیروی الکتروموتیو - معادله نرنست، تشکیل پیل ها، اثرات حرارتی، نمودارهای منطقه پایداری - نمودارهای پوریه و کلاگ.
- ۲- حل کردن کانه ها، کنسانتره ها و مواد جنبی (Leaching).  
اصول حل کردن - ملاحظات ترمودینامیکی، سینتیکی و الکتروشیمیایی در حل کردن - عملیات حل سازی و روشهای مختلف آن - فرآیندهای حل سازی غیر اکسیدان و اکسیدان - حل سازی تحت فشار.
- ۳- فرآیندهای جداسازی، تصفیه و غنی سازی محلول باردار حاصل از حل کردن -
  - a- فرآیند تعویض یونی با صمغهای جامد (Ion Exchange) - اجزاء تشکیل دهنده و خواص صمغها - ملاحظات عملی در تعویض یونی.
  - b- فرآیندهای جذبی با ذغال فعال (Activated charcoal) - خواص و مشخصات ذغال اکتیو - مکانیزم جذب، - عملیات جذب برای طلا و نقره.
  - c- فرآیندهای استخراج محلول توسط حلال مایع - (Solvent Extraction) - مکانیزم استخراج - روشهای استخراج توسط حلال - استخراج مداوم و غیر مداوم با جریان مخالف - مثالهایی از استخراج توسط حلال برای فلزات - فرآیندهای تصفیه و جدایش محلولی Liquid Membrane Processes.
- ۴- فرآیندهای جدایش فلز و بازیابی محلول -
  - فرآیند جدایش شیمیایی - ترمودینامیک جدایش - جدایش سولفیدها - جدایش هیدروکسیدها - جدایش احیایی - فرآیند سمنتاسیون - تصفیه محلول سولفات روی با سمنتاسیون - فرآیند احیاء با هیدروژن - فرآیند جوش.
- ۵- فرآیندهای الکترولیتی تولید و تصفیه فلزات -  
تهیه الکترولیزی فلزات - سلولهای الکترولیز و انواع الکترودها برای تهیه الکترولیزی - انرژی لازم،

قوانین فاراده - تهیه الکترولیزی مس بهمراه استخراج توسط حلال - تهیه الکترولیزی نیکل - تهیه الکترولیزی روی - الکترولیز مذاب برای تهیه آلومینیوم و منیزیم - تصفیه الکترولیزی فلزات - تصفیه الکترولیزی مس - نیکل - آلومینیوم - آماده سازی آنها و محفظه ها - عملیات تصفیه - عملیات بر روی لجن و الکترولیت

حل مسائل و تمرینات در رابطه با موضوع درس.



## آزمایشگاه اصول استخراج فلزات ۱ (پیرومتالورژی)

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۱



عنوان آزمایشات:

- ۱- آزمایش های مربوط به آماده سازی بار: گندله سازی سنگ آهن - کلوخه سازی سنگ آهن - تشویه کانه های سولفیدی - تکلیس سنگ آهن.
- ۲- آزمایش های تولید فلزات بروش پیرومتالورژی: تولید آهن بروش احیاء سنگ آهن با کربن - تولید آهن اسفنجی بوسیله احیاء گندله با گاز CO یا  $H_2$ .  
تهیه مات مس از کنسانتره سولفیدی - تهیه مس شعله ای از مات مس - تهیه سرب از احیاء کنسانتره اکسیدی بوسیله کربن - تهیه سرب بروش تشویه و فعل و انفعال از کنسانتره اکسیدی و سولفیدی - تولید فروآلیاژها بروش آلومینوترمی و سیلیکوترمی.
- ۳- آزمایش های تصفیه فلزات: تصفیه سرب از فلزات قیمتی بروش پارک - تولید فولاد از چدن. توضیح: آزمایشات دیگر مربوط به تهیه و تصفیه فلزات می تواند برنامه ریزی و انجام شود.

## آزمایشگاه اصول استخراج فلزات II (هیدرومتالورژی)

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۲



عنوان آزمایش ها:

- ۱- مطالعه فرآیند الکترولیز و بررسی عوامل مختلف نظیر غلظت - برجه حرارت و ولتاژ.
- ۲- آزمایش حل کردن (Leaching) - حل کردن اسیدی - حل کردن بازی - حل سازی تحت فشار - تاثیر عوامل مختلف بر حل سازی.
- ۳- آزمایش تصفیه الکترولیزی مس.
- ۴- آزمایش تهیه الکترولیزی مس - حل کردن کنسانتره اکسیدی در اسید سولفوریک - الکترولیز محلول سولفات مس.
- ۵- آزمایش تهیه الکترولیزی مس با حل کردن بازی و الکترولیز محلول.
- ۶- آزمایش تهیه الکترولیزی روی با حل کردن کنسانتره اکسیدی در اسید سولفوریک - تصفیه محلول - الکترولیز محلول سولفات روی.
- ۷- آزمایش تهیه الکترولیزی روی با حل کردن بازی (آمونیاکی) و الکترولیز محلول.
- ۸- آزمایش تهیه الکترولیزی نیکل.
- ۹- آزمایش تصفیه الکترولیزی نیکل.
- ۱۰- استخراج توسط حلال آلی و جدایش.
- ۱۱- استخراج بوسیله تعویض یونی و جدایش.
- ۱۲- تولید آلومینا از بوکسیت بروش بایر.
- ۱۳- جدایش فلز از محلول آبی بروش سمنتاسیون (جانشین).

## سینتیک مواد



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: ترمودینامیک مواد ۱ - ریاضی مهندسی

مفهوم سینتیک، قلمرو سینتیک و ترمودینامیک و مقایسه آنها، مقدمه‌ای بر سرعت انجام تغییرات، سینتیک شیمیایی، واکنش‌های هموژن و هتروژن، تعادل شیمیایی و ثابت تعادل، قانون اثر جرم، اثر عوامل مختلف بر سرعت واکنش‌های هموژن (غلظت، دما، فشار، کاتالیزور)، مولکولاریته و درجه واکنش، روش‌های تعیین درجه واکنش، ثابت سرعت، سرعت واکنش‌های رو به جلو و برگشتی و وابستگی ثابت تعادل به آنها، توضیح بیشتر در مورد کاتالیزورها و نقش آنها، تئوری کاتالیزورهای هتروژن، تئوری‌های مختلف سرعت واکنش‌ها (تئوری برخورد، تئوری کمپلکس فعال (حالت انتقالی))، سینتیک واکنش‌های هتروژن و مفهوم گامهای انتقال، اثر عوامل مختلف بر سرعت واکنش‌های هتروژن، مفهوم گامهای کنترل‌کننده سرعت واکنش‌ها (گامهای پیاپی و مسیرهای موازی)، سینتیک برخی فرآیندهای مورد علاقه در مهندسی مواد، فرآیندهایی که سرعت آنها توسط انتقال از یک لایه واکنشی مستوی کنترل می‌شود، سینتیک واکنش‌های حالت جامد بین اکسیدها و طرق مختلف تعیین مکانیزم انجام واکنش و یافتن مسیر غالب و گام غالب (کنترل‌کننده سرعت واکنش)، انتقال واکنش‌کننده‌ها از طریق فاز سیال (واکنش‌های گاز - جامد، تجزیه جامد به محصولات صرفاً گازی، تجزیه جامد به گاز - و جامد دیگر)، مسئله کنترل‌کنندگی گامهای مختلف (بطور مثال تجزیه کربناتها و هیدراتها)، انتقال شیمیایی بخار، رسوب از فاز گازی بر روی جامد، واکنش‌های جامد - مایع (مثلاً خوردگی آجرهای نسوز در تماس با مذابها، مکانیزمهای مختلف آن همراه با محاسبه سینتیک آن)، سرعت واکنش‌های آب زدایی از مینرالها، سینتیک واکنش‌های جامد - جامد با فرض شکل کروی برای پودرها (روابط Jander و Carter).

منابع:

- 1- the Foundation of Chemical Kinetics, E.N.Yaremin.
- 2- An Introduction to Chemichal Thermodynamics, A.C.Adams.
- 3- Introduction to Ceramics, W.D.Kingery, H.K. Bowen, D.R. Uhlmann.

## شیمی تجزیه و آزمایشگاه



تعداد واحد: ۲ (یک واحد نظری، یک واحد عملی)

پیشنیاز: شیمی عمومی ۱

سرفصل دروس:

مقدمه ای بر اسپکتروسکوپی جذب و نشر، طیف الکترو مغناطیس، سطوح انرژی اتم و ملکول، اثرات مختلف الکترونی و اتمی مربوط به اسپکتروسکوپی، مونو کروماتورها، انواع دکتورها، منابع تهییج نوری، اسپکترومتری ماوراء بنفش نور مرئی، روش آنالیز کیفی و کمی و اساس کار دستگاهها، روش فلام فوتومتری، اسپکترومتری جذب اتمی، اساس کار دستگاه تداخلها، اسپکتروسکوپی نشر اتمی، انواع اسپکترومترها، روش ICP، آنالیز کمی و کیفی، مقایسه با سایر روشها، اسپکتروفوتومتری مادون قرمز، اسپکتروسکوپی رامن، تئوری مربوطه، روش آنالیز، روشهای NMR و ESR، اصول کروماتوگرافی مایع و گاز، اسپکتروفوتومتری فلورسانس.

Instrumental Methods of Analysis. 6th ed H.H.Willard et al.



## عملیات حرارتی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

سرفصل دروس:

مروری بر استحاله‌های پرلیتی، بینیتی و مارتنزیتی. نمودارهای CCT و TTT (نحوه رسم این نمودارها کاربرد آنها و عوامل مؤثر بر روی آنها نظیر درصد کربن و عناصر آلیاژی). فرآیندهای مختلف عملیات حرارتی شامل: آنیل کردن (ایزوترمال و کامل)، نرماله کردن، همگن کردن، کرووی کردن سمنتیت، تنش گیری، سختی و سختی پذیری و نقش عوامل مختلف بر روی خاصیت سختی پذیری فولادها و محاسبات مربوطه، تمپر کردن، سختی ثانویه، ترد شدن فولاد آستنیت و نقش آن در عملیات حرارتی: عملیات حرارتی ویژه نظیر آستمپرینگ، مارتمپرینگ، مارتمپرینگ اصلاح شده، آسفورمینگ، عملیات حرارتی سخت کردن سطحی فولادها نظیر کربوره کردن، نیتریده کردن، کربونیتریده کردن، سخت کردن شعله‌ای و سخت کردن القایی. روشهای جدید سخت کردن سطحی نظیر پوششهای دیفوزیونی، پرتوهای یونی و .... محیط‌های گرم کننده (آتمسفر کوره‌ها)، محیط‌های سرد کننده دماهای آستنیته کردن، زمان آستنیته کردن، تنش‌های ناشی از تغییر ابعاد در ضمن عملیات حرارتی و اثرات آن و چگونگی مبارزه با آن. معایب عملیات حرارتی و نحوه جلوگیری و با بر طرف کردن آنها. مثالهایی از عملیات حرارتی قطعات صنعتی و بررسی معایب احتمالی، تفاوت‌های عمده در عملیات حرارتی فولادها و چدن‌ها. مواردی خاص از عملیات حرارتی چدن‌ها نظیر آستمپرینگ و ....

1- Steels: Kea6 Trestment and Procesing Principales. G.Krauss 1990 ASM.

2- Heat Treatment. Metals Handbook, Vol. 4, 9th Ed. ASM

3- Steels and its Heat Treatment.

Kari - Erik Thelning, Bugerworths.

## آزمایشگاه عملیات حرارتی



تعداد واحد: ۱

همزمان: عملیات حرارتی

آشنایی با وسایل عملیات حرارتی و نکات ایمنی در آزمایشگاه، نمودار تعادلی آهن - کربن، نمودارهای TTT و CCT، فرآیندهای آنیل کردن، نرماله کردن، سخت کردن (فولادهای کم کربن و پر کربن)، تمپر کردن، بازیابی و تبلور مجدد، سختی پذیری (آزمایش جانشینگی - تاثیر درصد کربن و عناصر آلیاژی بررسی شود)، سخت کردن سطحی (بستگی به امکانات آزمایشگاه و حداقل کربوره کردن جامد انجام شود)، سختی رسوبی، مارتمپر کردن، آستمپر کردن، تاثیر دمای آستنیتته کردن بر سختی فولادهای آلیاژی، عملیات حرارتی ویژه چدن‌ها نظیر مالیبل کردن و آستمپر کردن.

## خوردگی و اکسیداسیون



تعداد واحد: ۳

همزمان: ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

تعریف و اهمیت خوردگی - زیانهای ناشی از خوردگی - اصول الکتروشیمیایی خوردگی - سریهای الکتروموتیوگالوانیک، واکنشهای آندی و کاتدی - ترمودینامیک خوردگی (دیاگرام پوربه) - معادله نرنست - پلاریزاسیون (اکتیواسیون - غلظتی - اهمی) - ولتاژ اضافی هیدروژن - ولتاژ اضافی اکسیژن - معادلات تافل و استرن گری

تئوری واگنر (Mixed Potential Theory):

انواع خوردگی: یکنواخت - حفره دار شدن خوردگی شکافی - خوردگی ترجیحی - خوردگی بین دانه ای - خوردگی تحت تنش - خوردگی توام با خستگی - تردی هیدروژنی - خوردگی فرسایشی.

تعیین سرعت خوردگی و عوامل مؤثر در آن.

اکسیداسیون در فاز گازی - اکسیدهای نوع n و p، اکسیداسیون ترجیحی - اکسیداسیون ناگهانی - اکسیداسیون داخلی.

حفاظت کاتدی به روشهای جریان خارجی و آند فدا شونده.

بازدارنده ها: مکانیزم عمل و انواع آنها و کاربرد در اسید شویی و نیروگاهها، مقدمه ای بر انواع پوششها، تقسیم بندی آنها و کاربرد.

روشهای مطالعه خوردگی شامل پتانسیوستات و گالوانوستات.

خوردگی در مذاب و سرباره ها - تستهای خوردگی شامل نمک پاشی و رطوبت.

## انجماد فلزات



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: پدیده‌های انتقال خواص فیزیکی مواد ۲

- ۱- مقدمه - تعریف و اهمیت پدیده انجماد و نقش آن در فرآیندهای مختلف از قبیل جوشکاری، ریخته‌گری، تهیه تک کریستالها و نیمه هادیها، انجماد سریع و .... معرفی فاکتورهایی که میتوان با کنترل آنها در حین انجماد به خواص مطلوب از نظر ریزساختاری و بی عیب بودن (پیوستگی) دست یافت.
- ۲- بررسی ساختار مایع و مقایسه آن با ساختار جامد و گاز، بررسی برخی از موارد تجربی از قبیل تغییرات حجم، آنتالپی، آنتروپی و عدد همسایگی که در هنگام انجماد اتفاق می افتد. معرفی و مقایسه مدل‌های مختلف ارائه شده در مورد ساختار مایعات.
- ۳- ترمودینامیک انجماد، تغییرات انرژی آزاد گیبس در هنگام انجماد مواد خالص و محاسبه نیروی محرکه لازمه برای انجماد، تغییرات انرژی آزاد گیبس بر حسب تغییر ترکیب شیمیایی در آلیاژهای دوتایی و چگونگی رسم دیاگرامهای فازی با استفاده از دیاگرامهای مذکور.
- ۴- جوانه زنی در انجماد، جوانه زنی هموژن، شعاع بحرانی جوانه زنی، مادون انجماد لازمه، سرعت جوانه زنی و شرایط تجربی برای حصول مادون انجماد بالا، جوانه زنی هتروژن، زاویه خیس شوندگی، شرایط لازمه برای جوانه زنی هتروژن، مقایسه شعاع بحرانی، مادون انجماد لازم و انرژی اکتیواسیون برای جوانه زنی هتروژن و مقایسه آن با جوانه زنی هموژن، مواد جوانه‌زا و شرایط آنها.
- ۵- رشد، انواع فصل مشترک جامد/مایع و چگونگی تاثیر آنتروپی گذار روی فصل مشترک انواع مکانیزمهای رشد.
- ۶- انجماد فلزات خالص، شرایط لازم برای انجماد، دندریتهای حرارتی و چگونگی تشکیل آنها، انجماد آلیاژها، مادون انجماد غلظتی و چگونگی تاثیر آن روی پدیده انجماد.
- ۷- انجماد، جبهه مسطح در آلیاژهای تک فازی، انواع آنها و توضیح پدیده ریز جدایش (Microsegregation) در هنگام انجماد، جدایش درشت (Macrosegregation) و انواع آن.
- ۸- چگونگی تشکیل ریزساختار در انجماد شش‌مها و معرفی الگوهای مختلف جدایشی پس از انجماد.

مرجع:

1- Solidification and Casting G.J. Davis

2- Solidification Processing, Flemings

## دیرگدازها



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

سرفصل دروس:

تعریف دیرگداز و انواع آن - خواص مهم دیرگدازها و طرز اندازه گیری آنها از جمله (دیرگدازی، استحکام فشاری و خمشی سرد و گرم، ثبات ابعاد، مقاومت در برابر شوک حرارتی، هدایت حرارتی، مقاومت در برابر خوردگی، دانسیته و تخلخل، انبساط حرارتی ....).

روش ساخت انواع دیرگدازهای مهم از جمله سیلیسی، آلومینوسیلیکاتی آلومینایی، مگنزیتی، دولومیتی، مگنزیت - کرمیتی و برخی دیرگدازهای ویژه از جمله کربنی و سیلیکون کاربریدی شامل انواع مواد اولیه، آماده سازی، روش شکل دادن و پختن، واکنش های انجام شده در مرحله پخت با تکیه بر اثر هر کدام از عوامل فوق (از جمله نوع ماده اولیه، اندازه ذرات، روش شکل دادن، مواد اضافه شونده، جزئیات مرحله پخت)، هر خواص نهایی قطعه همراه با دیاگرامهای دوتایی و سه تایی هر کدام از دیرگدازهای فوق که در مرحله پخت یا در رابطه با خواص دارای اهمیت است - تاکید بر نوع فازهای بوجود آمده و ریز ساختار در هر کدام از دیرگدازها بر حسب شرایط پروسس و اثر آن بر خواص کاربردی.

## سرفصل دروس تخصصی انتخابی گرایش متالورژی استخراجی



## کانی شناسی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: کریستالوگرافی

سرفصل دروس:

ساختمان پوسته زمین و ترکیب شیمیایی آن، نحوه پیدایش مینرالها، طبقه بندی مینرالها، خواص مختلف مینرالها (سختی، وزن مخصوص، کلیواژ، رنگ، خواص الکتریکی و مغناطیسی و غیره) - کریستال شیمی: - بلورها با ساختمان شیمیایی مختلف با تاکید بر شبکه کریستالی کانی های سرامیکی (مواد رسی، کائولن، بال کلی، خاکهای نسوز و ....)، آلومینیوسیلیکاتهای غیر رسی: سیلیمانیت، کیانیت، آندالوسیت، مولایت و ... - کوارتز - فلدسپاتها - کانه های آلومینیم دار: کوراندرم، گیبسیت، بوهمیت، دیاسپور و بوکسیت - اکسید منیزیم - اکسید زیرکونیم - کربناتها: کربنات کلسیم، کربنات منیزیم: دولومیت، تالک - کرمیت و .... کانه های مهم فلزات صنعتی: کانه های آهن، مس - سرب - روی و سایر فلزات.

## تولید آهن



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: استخراج فلزات (۱)

سرفصل دروس:

بررسی ترمودینامیکی سیستمهای مورد نیاز در استخراج آهن، سینتیک احیاء سنگهای آهن، حرکت گاز وانتقال حرارت در پیسترهای جامد.

- ۱- احیاء در کوره بلند: آماده سازی بار کوره بلند، کک سازی و بهبود خواص کک مصرفی در کوره بلند، واکنشهای شیمیایی در کوره بلند، سرباره کوره بلند - گوگرد زدایی در کوره بلند، نقش انرژی در تولید آهن، جانشینی انواع مواد انرژی زا در تولید آهن، گوگرد زدایی خارج از کوره بلند، انواع نگهدارنده و مخلوط کننده های آهن خام مذاب، روشهای محاسباتی مربوط به تزریق سوخت در کوره بلند، بهبود بازده حرارتی و کم کردن مصرف کک، ازدیاد محصول کوره بلند، روشهای کنترل کارکرد غیر عادی در کوره بلند.
- ۲- روشهای تولید آهن در خارج از کوره بلند (احیاء مستقیم) خواص آهن اسفنجی، مقایسه روشهای مختلف احیاء مستقیم.

### منابع و مراجع:

- 1- The reduction of Iron Ore Bogdandy and Engell.
- 2- Principles of blast furnace Iron making.
- 3- The Making, Shaping and Treating of Steels.



## فولاد سازی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: تولید آهن

سرفصل دروس:

کاربرد اصول ترمودینامیکی در فولاد سازی - سینتیک فولاد سازی، مواد اولیه آهن دار برای تولید فولاد (فولاد برگشتی، آهن خام مذاب، آهن اسفنجی).  
سرباره فولاد سازی، واکنشهای شیمیایی در فولاد سازی، فسفر زدایی و گوگرد زدایی در فولادها - گازها و ذرات موجود در فولادها، اکسیژن زدایی، فولادهای آلیاژی، کیفیت و کمیت مواد مورد نیاز در فولاد سازی. فولاد سازی در انواع کنورتورها، تولید فولاد در کوره های الکتریکی، نقش انرژی در روشهای مختلف تولید فولاد، تولید فولادهای مرغوب (بوسیله ایجاد خلاء، سرباره مصنوعی، تزریق گاز، تصفیه، متالورژی ثانویه).

### منابع و مراجع:

- 1- Steel Making V.A.Kudin 1985 Mir Publisher.
- 2- The Making, shaping and Treating of Steel USS.

## تولید فلزات غیر آهنی ۱

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۲



سرفصل دروس:

در این درس اصول تهیه تصفیه فلزات سرب، روی، قلع، آلومینیوم و منیزیم و تیتانیوم تشریح می‌شود.

سرب: خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربرد سرب، انواع کانه های سرب و آماده سازی آنها، متالورژی تولید سرب، روشهای تولید سرب، روش تشویه و احیاء، تولید سرب در کوره های دمشی، روش تشویه و فعل و انفعال، تصفیه سرب خام، مراحل مختلف تصفیه سرب خام، تصفیه حرارتی و تصفیه الکترولیزی، تولید سرب در کنورتر T.B.R.C. محصولات جنبی.

روی: انواع کانه های روی، کانه آرای، تشویه کانه های سولفیدی، اصول ترمودینامیک و کینتیک فرآیندهای متالورژیکی در تهیه و تصفیه روی، تهیه روی بروشهای پیرومتالورژی و تصفیه روی خام. تهیه روی بروشهای هیدرومتالورژی، حل سازی کانه های اکسیدی و سولفیدی روی، تصفیه محلول، تهیه الکترولیزی روی، محصولات جنبی در تولید روی.

قلع: کانه های قلع، پر عیار سازی کانه ها، حذف ناخالصی‌ها از کنسانتره قلع، متالورژی تولید قلع، روشهای تولید قلع، انواع کوره های تولید قلع، بازیابی قلع از سرباره، هیدرومتالورژی تولید قلع، تصفیه حرارتی و تصفیه الکترولیزی قلع.

آلومینیوم: خواص فیزیکی و شیمیایی و اهمیت و کاربرد آلومینیوم، کانه های آلومینیوم، تولید آلومینا از بوکسیت بروش بایر و روشهای دیگر. تولید آلومینا از کانه های آلونیت و نفلین، متالورژی تولید آلومینیوم، الکترولیز مذاب آلومینا و نمکهای فلوریدی، محفظه الکترولیز و واکنشهای الکتروشیمیایی، آند و مشخصات آن، مواد مصرفی و مراحل ساخت و پخت آند، عوامل مؤثر در فرآیند الکترولیز مذاب در تولید آلومینیوم، روشهای فرعی برای تولید آلومینیوم - تصفیه آلومینیوم، ریخته گری شمش آلومینیوم.

منیزیم: خواص فیزیکی و شیمیایی منیزیم، کانه ها و منابع منیزیم، تولید منیزیم بروش احیاء اکسید منیزیم با سیلیسیم، تولید کلرور منیزیم، تولید MgO، تشویه کلریدی، احیاء MgO با کربن، تولید منیزیم بروش الکترولیز نمک مذاب کلریدی، مشخصات الکتروشیمیایی فرآیند، تصفیه منیزیم، ریخته گری منیزیم.

تیتانیم: خواص و کاربرد تیتانیم، کانه های تیتانیم، کانه آرای، متالورژی تولید تیتانیم، انواع روشهای ذوب و تصفیه تیتانیم.

در هر بخش چند مسئله مربوط به تولید و تصفیه هر يك از فلزات مربوطه بررسی و حل می‌شود.



## تولید فلزات غیر آهنی ۲

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۲



سرفصل دروس:

در این درس اصول تهیه و تصفیه فلزات مس، نیکل، کروم، طلا و نقره و فلزات دیگر نظیر اورانیم و استرانسیم تشریح می‌شود.

مس: خواص و کاربردهای مس، کانه های مس و پرعیار سازی آنها، فلوتاسیون، تشویه کانه های سولفیدی مس، شیمی فیزیک و ترمودینامیک، فرآیندهای تولید مس، تولید مات مس و مشخصات آن، کوره های تولید مات (دمشی، شعله ای - الکتریکی، تشعشعی). تبدیل مات به مس بلیستر، روشهای تولید مس بلیستر روشهای تک مرحله ای و چند مرحله ای - موازنه مواد و انرژی در کنورتر تولید مس، تصفیه حرارتی مس، آندریزی - تصفیه الکترولیزی مس - مواد فرعی تولید مس (غبار کوره های نوب، سرباره - لجن الکترولیز). تولید مس بروش هیدرومتالورژی - حل سازی کانه های اکسیدی سولفیدی مس - حل سازی بکمه باکتری - استخراج با حلال آلی - تعویض یونی، روشهای جدایش، تهیه الکترولیزی مس، مس کاتدی و نوب و ریخته گری آن - تولید مس از مواد فرعی.

نیکل: کانه های نیکل، تولید نیکل از کانه های سولفیدی، تهیه مات نیکل، تولید آلیاژ مس نیکل، تولید نیکل از مات نیکل، تصفیه الکترولیزی نیکل، تهیه نیکل به روش هیدرومتالورژی، تولید نیکل از کانه های اکسیدی بروشهای حرارتی و هیدرومتالورژی، آلیاژهای نیکل.

طلا: خواص و کاربردهای طلا، کانه های طلا، تغلیظ کانه های طلا - روشهای ثقلی، فلوتاسیون - طلاشویی - تشویه کانه های طلا، روشهای استخراج طلا، ملغمه سازی، سیانوره کردن، کلرینه کردن و روشهای دیگر. استخراج طلا از کانه های معدنی کوارتز - تصفیه طلا، بازیابی طلا از مواد فرعی (لجن آند مس و غیره).

نقره: خواص و کاربردهای نقره، کانه های نقره و ترکیبات آن، تشویه کلریدی کانه های نقره، استخراج نقره بروشهای مختلف، ملغمه سازی، روش مکزیکي فرآیندهای دیگر تولید نقره، تصفیه نقره، روش موبیوس.

کروم: کانه های کروم، خواص و کاربرد کروم، روشهای مختلف تولید کروم با فرآیندهای حرارتی، تولید کروم بروش هیدرومتالورژی آلیاژهای کروم.  
بر هر بخش چند مسئله مربوط به تولید و تصفیه هر يك از فلزات مربوطه و مسایل مربوط به فرآیندهای مختلف بررسی و حل می‌شود.



## فرو آلیاژها



نعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۲

سرفصل دروس:

متالورژی عمومی آلیاژهای آهنی: نامگذاری و کاربرد آلیاژهای آهنی، تاریخچه تکامل آلیاژهای آهنی، مواد اولیه، اصول شیمی فیزیک، روشهای تهیه آلیاژهای آهنی، متالورژی تهیه آلیاژهای آهنی، تولید در کوره بلند، الکتروترمی توسط ذغال بعنوان ماده احیاء کننده، تولید الکترو سیلیکوترمی، تولید متالوترمی - الکترودها: الکترو د آمورف، الکترودهای گرافیت شده، الکترودهای Soderberg (الکترودهای خودپز، تکنولوژی تهیه و تولید) - آلیاژهای آهنی: متالورژی فروسیلیسیم، متالورژی فروکرم، متالورژی فرونیکل، متالورژی فرومنگنز، متالورژی فرومولیبدن، متالورژی فرووانادیم، متالورژی تهیه و تولید سایر آلیاژهای آهن - موارد استفاده از آلیاژهای آهن.

## متالورژی سطوح و پوشش ها



تعداد واحد: نظری ۳

پیشنیاز: خوردگی و اکسیداسیون

مقدمه ای بر زیانهای خوردگی، اهداف حفاظت، اصول شیمی فیزیکی و ترمودینامیکی حفاظت، اصول الکترولیز محلولهای اسیدی - قلیایی، الکترولیز عملی، فاکتورهای مؤثر در الکترولیز در عمل، پلاریزاسیون و نقش آن در آبکاری، فاکتورهای دیگر مؤثر در الکترولیز (آبکاری) [درجه حرارت - ولتاژ - دانسیته جریان و مواد اضافی - PM و غیره].

انواع سطوح، آماده سازی سطوح به روشهای مکانیکی، شیمیایی - الکتروشیمیایی - پوشش به روش سمناسیون.

آبکاری الکتریکی فلزات مختلف شامل مس - نیکل کرم - کرم سخت - روی کادمیوم - قلع - نقره - طلا - آبکاری آلیاژی برنج و برنز و آلیاژهای مهم، آبکاری به روش الکترولس - پوششهای نفوذی جامد و گازی نشست شیمیایی از بخار (C.V.D)، نشست فیزیکی از بخار (P.V.D)، پوششهای اندودی گرم (گالوانیزه - آلومینیزینگ و سیلیکونیزینگ، قلع اندود).

پوششهای پاششی به طریق شعله - قوس - پلاسما - کاشت یونی (Ion Implantation)، آنودایزینگ Al، شامل فیلمهای فشرده و متخلخل و آب بندی و رنگ آن.

پوششهای غیر فلزی رنگها و پلاستیکها و سرامیکها، آزمایش و کنترل پوششها شامل روشهای مختلف متالوگرافی - میکروسکپ الکترونی و انتخاب پوششها.

- Principels & metal Surface Treatment.

## آزمایشگاه خوردگی و پوشش دادن

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

همزمان: متالورژی سطوح و پوشش ها

آزمایش اول: سری گالوانیکی و انواع پیلهای خوردگی.

" دوم: اندازه گیری سرعت خوردگی و پیل اختلاف غلظت اکسیژن.

" سوم: اکسیداسیون در دمای بالا.

" چهارم: بررسی اثر بازدارنده های خوردگی.

" پنجم: آبرکاری مس و نیکل و کرم.

" ششم: گالوانیزه سرد و کرومات.

" هفتم: گالوانیزه گرم.

" هشتم: آنودایزینگ Al.

" نهم: رسم منحنی های پلاریزاسیون برای چند فلز مختلف.

" دهم: بررسی پدیده خوردگی شکافی، Pitting.

" یازدهم: بررسی پدیده پسیو شدن.

" دوازدهم: فسفات کاری و رنگ زدن و بررسی مقاومت خوردگی با روشهای نمک پاشی و تست

رطوبت.





## طراحی و اصول کوره‌های صنعتی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: پدیده‌های انتقال - ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

- ۱- طبقه بندی کوره‌ها.
- ۲- محاسبات مربوط به احتراق و الکتریسیته.
- ۳- استفاده از روابط انتقال حرارت جهت محاسبه جداره کوره‌ها - محاسبه عایق از نظر اقتصادی - تابش حرارت از گازهای درون کوره به قطعه.
- ۴- برقراری بیلان روی کوره‌ها - موازنه حرارت - موازنه جرم - دیاگرامهای سنگی - راندمان حرارتی تاثیر دمای قطعه و میزان بار روی آن.
- ۵- آتمسفر کوره - واکنشهای درون کوره - تاثیر عوامل موجود در آتمسفر کوره روی بار.
- ۶- دیر گدازها - انواع دیر گدازها، خواص و ویژگیهای مربوطه از نقطه فیزیکی و شیمیایی - مؤلفه‌های حرارتی، تاثیر دمای مذاب، سایش دیر گداز.
- ۷- سنجش دما - طبقه بندی ابزارهای سنجش دما (شامل سیستمهای رنگ سنجی، فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و گدازی).
- ۸- طراحی کوره‌های مقاومتی.
- ۹- کوره‌های پخت - کوره‌های تک باری - کوره‌های مداوم - مناطق مختلف کوره‌ها.
- ۱۰- گزارشی کوتاه از طراحی قسمتی از کوره‌ها که توسط دانشجو تهیه گردد.

مراجع:

- 1) Industrial furnaces W.Trinks, M.H.Wawhinney Vol.18-2.
- 2) Metallurgical furnaces V.Krcvandin & Markove.

## سوخت و انرژی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

### ۱- تعاریف:

انرژی و انواع آن - سوختها و ارزش حرارتی آنها - چگونگی تعیین ارزش حرارتی سوختها - احتراق - شعله وری و مکانیزم آن - تاخیر در اشتعال - حدود شعله وری - دمای شعله و تاثیر عوامل مختلف بر آن - عوامل شعله ور کننده - انتشار شعله و سرعت آن - انفجار - توقف شعله - انفجار توقف شعله - تعاریف گرانشی، نقطه بحرانی، میعان، فشار بخار، محلولها و قوانین آن، اصول تقطیر و حلالیت گاز در مایع.

### ۲- مسائل:

واکنشهای شیمیایی احتراق - محاسبات مربوط به احتراق با هوای اضافی و کم - اتلاف حرارت در محصولات احتراق - حل حدود ۱۰ مسئله احتراقی که انواع آن در کتاب سوختهای فسیلی آمده است.

### ۳- سوختهای مایع:

مزایای سوختهای مایع - استخراج نفت - شیمی و واکنشهای شیمیایی هیدروکربورها - ناخالصیهای موجود در نفت خام - پالایش نفت - فرآورده های اصلی نفت - کراکینگ و فرآورده های آن - سوختهای مایع ساختگی.

### ۴- سوختهای جامد:

مزایای سوختهای جامد - منشاء تشکیل زغال - طبقه بندی و انواع سوختهای جامد، (شامل چوب، زغال نارس و انواع زغال سنگ) - آماده سازی اولیه زغالها - ترکیب زغالها و تجزیه عناصر سازنده آنها - استخراج سازندگان زغال توسط حلالهای آلی - نیدروژناسیون

زغالها - ویژگی کک پذیری زغالها - دگرگونی زغالها در اثر اعمال حرارت روی آنها - طبقه بندی زغالها.

#### ۵- سوختهای جامد ساختگی:

زغال چوب - کک و علل تهیه آن - کوره های کک سازی و چگونگی تولید کک در آنها - گازهای حاصل از تقطیر زغال - مشخصات کک ذوب فلزات - دانه بندی، جابجا کردن و انبار کردن کک - آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی روی کک.

#### ۶- سوختهای گازی:

مزایای سوختهای گازی - طبقه بندی سوختهای گازی - گاز طبیعی - سوختهای گازی ساختگی.

مراجع:

Fuel Solid, Liquid and Gaseous. J.S.S.Brame & J.Gking.



## انتخاب مواد فلزی

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد



سرفصل دروس:

عوامل مؤثر در انتخاب مواد، روش جستجو، طبقه بندی فولادها، استفاده از کلید فولاد، طبقه بندی آلیاژهای آلومینیم و خواص آنها، آلیاژهای ریختگی و کاربرد، انتخاب اقتصادی مواد، آلیاژهای مس، نیکل و خواص و مشخصات آنها، آلیاژهای مقاوم حرارتی، فلزات و آلیاژهای با استحکام بالا، فلزات مقاوم در مقابل سایش، خزش، خستگی، فلزات و مواد با سختی بالا، انتخاب فلزات با شکل پذیری بالا، مواد و فلزات برای ابزارهای برشی، فولادهای ابزار، فلزات و آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی، انتخاب مواد برای کاربرد در راکتورها، مواد با نقطه ذوب بسیار بالا، مواد و فلزات دارای نقطه ذوب پایین، فلزات قابل پوشش کاری، انتخاب مواد برای کاربرد در دماهای بسیار پایین، آلیاژهای حافظه دار و کاربرد آنها، انتخاب مواد و فلزات برای کاربرد در مهندسی پزشکی و بیومتریال، مواد قسمت های مختلف اتومبیل، پودر فلزات و خواص قطعات ساخته شده بر روش متالورژی پودر، روش های اقتصادی ساخت قطعات فلزی، کمپوزیت های فلزی و کاربرد آنها.

### منابع و مراجع:

- 1- K. Budinski, "Engineering Materials, Selection and Properties", Last Edition Reston Publishing Company, Inc. USA.
- 2- Metals Handbook, Vol.1,2,3,9 ed.,ASM.
- 3- Avner. "Introduction to Physical Metallurgy", 2 Ed., Mc Graw - Hill.

## کنترل فرآیندها



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضی مهندسی

سرفصل دروس: ۳ واحد

تشریح اهمیت و نقش کنترل در رابطه با پروسس‌های متالورژیکی با ذکر چند مثال مربوط به رشته - روش حل مسائل 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، کنترل کننده‌ها و عناصر کنترل نهایی، دیاگرام جعبه‌ای، توابع انتقال مدار بسته، مشخصه‌های پاسخ گذرا، پایداری سیستم‌های کنترل، ارائه و حل تمرینات مختلف در رابطه با پروسس‌های متالورژیکی مانند راکتورهای ذوب و تصفیه، شکل دادن و فلزات .....

## اقتصاد و مدیریت صنعتی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

سرفصل دروس:

عوامل تولید - تعریف تقاضا - حساسیت تقاضا - تعریف عرضه - عوامل مؤثر در عرضه - تعادل بین عرضه و تقاضا - انواع هزینه‌های تولید (ثابت، متغیر، نیمه متغیر)، تجزیه و تحلیل. چگونگی تعیین قیمت در ارتباط با میزان تولید در بازار - رقابت آزاد، کارتل و تراست، حفظ تعادل و ایجاد انحصارات، استهلاك و روشهای محاسبه آن، درآمد، تفاوت بین درآمد و سرمایه، تعریف تورم، علل تورم. اجزاء متشکله قیمت یک کالای تولیدی، روشهای مختلف سفارش کالا، درخواست کالا، سفارش مقرون به صرفه، تعریف مدیریت، وظائف اصلی مدیریت، مفهوم برنامه ریزی، مفهوم سازماندهی، فاکتورهای انسانی در مدیریت، آشنایی با کار مدیریت بخشهای مختلف صنایع متالورژی، ارائه یک مورد مطالعه صنایع متالورژی که در آن مفاهیم فوق در شرایط خاص متالورژی طرح شده باشد.

## متالورژی جوشکاری



نعداد واحد: ۳

پیشنیاز: انجماد فلزات

سرفصل دروس:

مقدمه ای بر روشهای اتصال فلزات و قطعات هندسی، تاریخچه جوشکاری، فرآیندهای جوشکاری، جوشکاری قوس الکتریکی:

فرآیندهای الکتروود دستی (MMA)، قوس الکتروود تنگستنی با گاز محافظ خنثی (TIG)، قوس الکتروود فلزی مصرف شدنی با گاز محافظ خنثی (MIG)، قوس الکتروود فلزی مصرف شدنی با گاز محافظ فعال (MAG).

جوشکاری پلاسما (PAW):

جوشکاری زیر پودری، جوشکاری سرباره الکتریکی، جوشکاری مقاومتی، جوشکاری ترمیت، جوشکاری اکسی استیلن.

عملیات جوشکاری قوس الکتریکی

انتخاب فرآیند

انتخاب نوع الکتروود، عملیات پیش گرم و پس گرم، سرعت جوشکاری، طراحی اتصال، تغییرات دما در حین عملیات جوشکاری، عیوب جوش، تخلخل، نفوذ، بریدگی، انباشتگی و ترک جوش.

جوشکاری آلیاژهای مختلف

تکنیک جوشکاری فولادهای کربنی ساده، چدن، آلیاژهای آلومینیم، مس، نیکل.

منابع و مراجع:

1- A.C.Davies, the Science and Practice of Welding 8th Edition Vol. 1 & 2.

2- R.L.Little, Welding & Welding Technology.

## آزمایشگاه جوشکاری



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

همزمان: متالورژی جوشکاری

سرفصل دروس:

هدف: آشنایی با پارامترهای جوشکاری در فرآیندهای مختلف بر روی کمیت و کیفیت جوش.

آزمایش پایداری قوس و عوامل تاثیر گذارنده بر روی آن.

آزمایش تاثیر نوع جریان، قطب جریان، میزان شدت جریان، نوع الکتروود و قطر الکتروود بر روی

کمیت و کیفیت جوش الکتروود دستی.

آزمایش تاثیر حرارت داده شده در جوشکاری زیر پودری بر روی کمیت و کیفیت جوش و میزان رقت.

آزمایش تاثیر شدت جریان و زمان در جوشکاری مقاومتی نقطه ای بر روی ابعاد که جوش و استحکام

برشی آن آزمایش تاثیر اتمسفر شعله در جوشکاری اکسی استیلن بر روی انعطاف پذیری و سختی

جوش.

آزمایش تاثیر فشار گاز محافظ بر روی کیفیت جوش در جوش CO<sub>2</sub>.

آزمایش جوشکاری فولادهای آلیاژی.

آزمایش جوشکاری چدن ها.

آزمایش تاثیر طرح پخ بر روی میزان مصرف الکتروود، هزینه، زمان جوشکاری و پیچیدگی.



## متالورژی پودر



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲ - خواص مکانیکی مواد ۱

فهرست مطالب درس:

- مقدمه: شامل تاریخچه، مزایا و محدودیتهای روش متالورژی پودر در تهیه قطعات صنعتی (در مقایسه با روش ریخته گری)، ذکر مطالب کلی در باره مراحل مختلف تهیه قطعات از روش متالورژی پودر، روشهای مختلف تهیه پودر، روشهای بررسی خواص فیزیکی پودر، روشهای شکل دادن پودر (سرد، گرم)، زینتر یا پخت قطعات خام (مکانیزم عمل زینتر)، اتمسفر کوره های زینتر، انواع کوره های زینتر، مختصری در باره عملیات حرارتی قطعات تهیه شده، عملیات حرارتی و نهایی: اندازه کردن یا دوباره پرس کردن - آنیل کردن - سخت کردن - آبکاری - پلیسه گیری - تراشکاری و تمیز کردن، مثالها و موارد استفاده: قطعات متخلخل - فیلترها - آهن ربای موقت و دائمی - پروتزها - چرخ دنده و ....

منابع و مراجع:

1- P/M Principels and Application/ F.V.Lenel....

2- Rowder Metallurgy Practice and AppliCation R.L.Sands, Shakespeare.

3- P/M Hirschharn.

4- Metals Handbook Vol 7. P/M.

5- Practical Coursein P/M (Yarnton and Argyles).

## روشهای نوین آنالیز مواد



واحد نظری: ۲

واحد آزمایشگاهی: ۱

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

اصول تجزیه مواد - کاربرد روشهای آماری در تجزیه مواد - روشهای صحیح نمونه گیری  
- طبقه بندی روشهای تجزیه مواد جامد، مایع، پودر و تجزیه سطوح - روشهای مخرب و غیر  
مخرب تجزیه.

روشهای آنالیز کلی مواد: روش جذب اتمی - فلورسانس اشعه ایکس XRF - روش ICP  
- روشهای کوانتومتری - اندازه گیری کربن و گوگرد - اندازه گیری گازها در فلزات  
(اندازه گیری نیدروژن - ازت و اکسیژن).

آنالیز سطوح - الکترون میکروسکوپی SEM و TEM و روشهای آنالیز با EDS و WDS

## ترمودینامیک مواد ۲



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

- ۱- بررسی ترمودینامیکی واکنش‌های شیمیایی حاوی اجزاء در حالت محلول: معیار تعادل، تاثیر حالت استاندارد، تبدیل حالت استاندارد.
- ۲- محلولهای حاوی چند جزء رقیق: ضریب تاثیر و نحوه محاسبه آن، کاربرد ضرایب تاثیر برای محاسبه ضریب اکتیویته.
- ۳- محاسبه و رسم دیاگرام‌های پایداری و کاربرد اینگونه دیاگرام‌ها با تکیه بر سیستم‌های متالورژیکی مهم از قبیل فلز - اکسیژن، فلز - کربن، فلز - گوگرد - اکسیژن و ....
- ۴- ترمودینامیک مذابهای متالورژیکی: سرباره‌ها، مات‌ها، نمک‌های مذاب، ساختمان، خواص، رفتار ترمودینامیکی اجزاء.
- ۵- ترمودینامیک محلول‌های آبی: محاسبه و رسم دیاگرام‌های پوربه (Pourbaix)، کاربرد این دیاگرام‌ها.
- ۶- محاسبات ترمودینامیکی در زمینه‌های مختلف متالورژی استخراجی از قبیل: احتراق، تشویه، تکلیس، احیاء، اکسیداسیون، الکترولیز، هیدرومتالورژی.

### منابع و مراجع:

- 1- Introduction to Metallurgical Thermodynamics. D.R. Gaskell.
- 2- Physical Chemistry of Metals. L.S. Darken, G.W. Gurry.
- 3- Fundamentals of Metallurgical Processes. L.Coudurier, D.W. Hopkins, I.Wilkomirsky.
- 4- Physical Chemistry of Melts in Metallurgy F.D. Richardson.
- 5- Thermochemistry for Steelmaking J.F.Elliott.

## روشهای نوین تهیه تصفیه فلزات



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۲

سرفصل دروس:

اصول متالورژی خلاء، ترمودینامیک و سینتیک واکنشها در خلاء، تکنولوژی خلاء، کاربرد خلاء در تولید فلزات، تصفیه در خلاء، اصول متالورژی پاتیلی (Ladle Metallurgy) - تصفیه فولاد در پاتیل، عملیات تحت دمش، مواد افزودنی، کوره های پاتیلی و کاربرد آنها.

اصول ذوب پلاسما، کاربرد ذوب پلاسما در عملیات متالورژیکی و در تهیه و تصفیه فلزات،

روشهای نوین پرعیار سازی مواد اولیه، استفاده از مواد آلی و باکتریها در فرآیندهای تولید فلزات.

استخراج فلزات از آب دریا و رسوبات کف اقیانوسها، فرآیندهای نو در تولید و تصفیه فلزاتی نظیر، آهن،

مس، آلومینیم، نیکل، سرب و روی. فرآیندهای جدید مورد استفاده در تولید فلزات قیمتی و فلزات کمیاب.

فرآیندهای تغلیظ، تولید و تصفیه فلزات رادیو اکتیو.



## کاربرد کامپیوتر در مهندسی مواد

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مبانی برنامه سازی کامپیوتر - بیش از ۱۰۰ واحد  
سرفصل دروس:

### ۱ - آشنایی با سیستم سخت افزاری و نرم افزاری کامپیوتر:

این فصل اختصاص به مروری به سیستم های سخت افزاری، و نرم افزاری دارد که در زمینه های مختلف در متالورژی مورد استفاده قرار می گیرند.

الف- سیستم های سخت افزاری

آشنایی با سیستم های سخت افزاری که در سطوح مختلف در متالورژی بکار میروند:

- کامپیوترهای شخصی (PC).

- شبکه ای از ریزپردازنده ها، Work Station، مینی کامپیوتر - Main Frame.

- ترمینالهای گرافیکی برای ارتباط، نمایش و انتقال اطلاعات.

ب- آشنایی با سیستم های عامل.

ج- آشنایی با زبانهای برنامه نویسی متداول در کاربردهای علمی و صنعتی.

### ۲ - مبانی مدل سازی:

الف- مدل سازی هندسی

به دلیل اهمیت مدل سازی هندسی (Geometric Modeling) در طراحی و ساخت به کمک

کامپیوتر CAD/CAM و آنالیز مهندسی به کمک کامپیوتر CAE، این بخش اختصاص به

مفاهیم و اهمیت مدل سازی هندسی و روشهای مختلف آن دارد. و مطالب زیر را در بر می گیرد:

- مدل های قابی (Wire Frame model).

- مدل های سطحی (Surface model).

- مدل های حجمی (Solid model) شامل مدل سازی به روش CSG و محیطی.

ب - مدل سازی ریاضی و روشهای عددی، مدل های ریاضی در زمینه های مهندسی مواد، روشهای حل

عددی FEM, FDM، مونت کارلو.

- ۳- طراحی و تولید به کمک کامپیوتر CAD/CAM - آنالیز مهندسی به کمک کامپیوتر (CAE) - شبیه سازی فرآیندهای متالورژی و مواد.
- ۴- هوش مصنوعی و نرم افزارهای خبره AI/Expert System .
- ۵- کاربرد کامپیوتر در تجزیه و تحلیل آزمایشات، رسم دیاگرامهای فازی و پایداری - آنالیز حرارتی - آزمایشات مکانیکی - متالوگرافی - خوردگی.



## محاسبات متالورژی استخراجی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول استخراج فلزات ۲

سرفصل دروس:

مقدمات شامل: اصول و قوانین، کمیت ها، آحاد و تبدیل آنها، مسائل سوخت و احتراق، بالانس حرارتی، انتقال حرارت، مسائلی در رابطه با اکسیداسیون و احیاء فلزات، اثر درجه حرارت و فشار در واکنشهای شیمیایی، مسائل مربوط به تهیه آهن و فولاد، فلزات مس، سرب و روی بروش پیرومتالورژی، مسائل هیدرومتالورژی و فرآیندهای الکترولیز، مسائل مربوط به الکترولیز مذاب و تهیه آلومینیوم و منیزیم، محاسبات و مسائل مربوط به تصفیه فلزات و روشهای مختلف آنها. مسائل دیگر مربوط به استخراج و تصفیه فلزات.

## روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

سرفصل دروس:

اندازه گیری حرارت: نقاط استاندارد، ترموکوپلها، قوانین ترموالکتریک اندازه ترموکوپلها، انتخاب ترموکوپلها، انتقال ترموکوپلها، لوله های محافظ، پیرومترهای تشعشعی کاربرد و حدود کار آنها، پیرومترهای چشمی و کاربرد و حدود کار آنها، گرماسنجهای مقاومتی، گرماسنجهای سیستم بر، رده بندی آنها، گرماسنجهای دو فلزی، گرماسنجهای مایع بر شیشه ای.

اندازه گیری فشار: عناصر اندازه گیری مکانیکی، اندازه گیری فشار مطلق، اختلاف فشار، مانومترها، فشارسنجهای دیاگرامی، نرم و فنری، فشار سنج بوردن، خلاء سنج ها، خلاء سنج نودس، فشار سنج هدایت حرارتی، فشار سنج ویسکومتری چرخشی، خلاء سنج یونیراسیونی، خلاء سنج اشعه آلفا، فشار سنج های الکتریکی، فشار سنج های مقاومتی - اندازه گیری جریان، جریان سنجهای فشاری، جریان سنجهای اختلاف فشاری، جریان سنجهای فشاری برقی، جریان سنجهای نوع کرل، لوله کرل، جریان سنجهای نوع سطحی، روتاترها، نوع پیستونی، جریان سنجهای دورانی، جریان سنجهای سری.

اندازه گیری سطح مایع: روش مستقیم، شناور توپی، شیر شناور، نوع مغناطیسی، نوع جابجا شونده، روش هیدرواستاتیکی، نوع مانومترهای جیوه ای، مانومترهای غیر هوایی، اندازه گیری بر مبنای تشعشع الکترومغناطیسی، بر مبنای جریان و ولتاژ، بر مبنای انرژی حرارتی و مکانیکی، اندازه گیری pH، اندازه گیری بروش پتاسیومتری، اندازه گیری کیفیت های فیزیکی، کنترل رطوبت بر گازها و جامد است.



## آزمایشگاه روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

هم نیاز: روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد

رئوس آزمایش ها:

اندازه گیری درجه حرارت با استفاده از ترموکوپل، پیرومتر، ترمومتر و سایر دستگاهها، اندازه گیری درجه حرارتهای بالا، اندازه گیری دماهای زیر صفر. کالپیره کردن ترموکوپل و دستگاههای دیگر اندازه گیری درجه حرارت. محاسبه درصد خطا، اندازه گیری فشار گازها با استفاده از فشارسنج های مختلف. اندازه گیری خلاء، اندازه گیری فشار و کشش اعمالی بر جامدات با استفاده از وسایل و دستگاههای مختلف.

اندازه گیری پتانسیل و جریان. کالپیره کردن پتانسیومتر. اندازه گیری pH،

اندازه گیری سرعت در فرآیندهای مربوط به مهندسی مواد. اندازه گیری فرکانس، استفاده از اسپلوسکوپ.

اندازه گیریهای میکروسکپی در مطالعات ساختاری مواد. اندازه گیری ویسکوزیته در مایعات و مذاب ها.

اندازه گیریهای مربوط به سطوح جامدات.

اندازه گیری شدت مغناطیسی، هدایت الکتریکی، هدایت حرارتی مواد، اندازه گیری گرمای ویژه.

آزمایش های دیگر مربوط به اندازه گیری کیت های مختلف در مهندسی مواد.

آزمایش ها بر اساس روشهای استاندارد بین المللی برنامه ریزی و اجرا می شود.

## آلیاژهای غیر آهنی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

سرفصل دروس:

آلیاژهای مس: تعریف مس صنعتی خالص، تاثیر گازها روی خواص مکانیکی، مرض شیدروژن، تاثیر ناخالصی‌ها روی مس خالص، خواص مکانیکی مس، کاربرد مس - برنج، برنج های مخصوص، ورشو (خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی برنج و کاربرد آن) - برنزه های قلع، برنزه های آلومینیوم (خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها) - سایر آلیاژهای مهم مس (خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها).

آلومینیوم و آلیاژهای آن: انواع کالاهای آلومینیومی، تاثیر گازها روی آلومینیوم، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها، آلیاژهای آلومینیوم که عملیات حرارتی روی آنها انجام می‌گیرد.

سرب و آلیاژهای آن - روی و آلیاژهای آن: خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها - انواع لحیم ها، آلیاژهای چاپ، آلیاژهای یاتاقان.

نیکل و آلیاژهای آن - منیزیم و آلیاژهای آن: خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها - سایر آلیاژها مهم.

آلیاژهای پایه نیکل، خواص فیزیکی و مکانیکی و عملیات حرارتی آنها.

## مواد پیشرفته



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد

سرفصل دروس:

- مقدمه‌ای بر کاربرد مواد پیشرفته در صنعت:

کاربرد مواد پیشرفته در صنایع هوا - فضا: موتور و بدنه هواپیما، کاربرد مواد پیشرفته در صنایع هسته‌ای: مواد هسته‌ای، غلاف سوخت، آلیاژهای ساخت ژنراتورها و مبدل‌های گرمایی، کاربرد مواد پیشرفته در مهندسی پزشکی: مواد ایمپلانت و ابزار جراحی و آمالگام دندان، کاربرد مواد پیشرفته در صنایع الکترونیک و مخابرات.

- ترکیبات فلزی:

ساختار اتمی و میکروسکوپی ترکیبات بین فلزی، خواص فیزیکی و مکانیکی، توسعه و فرآیندهای تولید، ترکیبات بین فلزی در صنایع پیشرفته، ترکیبات بین فلزی،  $TiCu$ ,  $Ti_2Cu$ ,  $TiNi$ ,  $Ti_3Ni$ ,  $Ti_3Al$ ,  $TiAl$  آلیاژهای حافظه دار و باهوش.

- سرامیک‌ها:

تعریف و طبقه بندی مواد سرامیکی سیلیس و سیلیکاتها، اکسیدهای مهم نظیر آلومین و زیرکونیا، کاربیدهای و نیتريد‌ها، سیالون‌ها، گرافیت، سرامیک‌های دی‌الکتریک نظیر چینی‌های الکتریکی، ابر رساناها، شیشه‌ها و سرامیک‌های مغناطیسی، نیمه رساناها، ابر رساناها، شیشه‌ها و شیشه سرامیک، فیبر نوری، فرآیندهای تولید، خواص و کاربرد این مواد در صنایع پیشرفته.

- کمپوزیت‌ها:

طبقه بندی و تعریف مواد کمپوزیتی، مقایسه بین مواد کمپوزیت و مواد متداول، فرآیندهای تولید کمپوزیت‌های با زمینه فلزی، کمپوزیت‌های پلیمری و کمپوزیت‌های لایه‌ای، خواص فیزیکی و مکانیکی کمپوزیت‌ها.

- سرامت‌ها:

طبقه بندی و تعریف سرامت‌ها، فرآیندهای تولید، سرامت‌های بر پایه اکسید و کاربید، کاربرد سرامت‌ها در موتورهای جت و قطعات مهندسی هسته‌ای، مواد اصطکاکی و بوته‌های ذوب فلزات فعال.



### منابع و مراجع:

- 1- W.D.Kingery, H.K.BOWen amd D.R.V. hlmann "Introduction to Ceramics", John Wiley and sons.
- 2- W.E.C. CREYKE, I.E.J.SAINSBURY and R. Morrell "Design With Non ductile Materials".
- 3- D.Hull, " An Introduction to Composite Materials".
- 4- J.R.Tinklepaygh and W.B.Crandall, "Cermets" Reinhold Publishing Co.
- 5- Flinn - Trojan, Engineering Materilas and their Application, 1981.

## زبان تخصصی مهندسی مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

سرفصل دروس:

در این درس ضمن مطالعه قسمتهای برگزیده از کتابها و مقالات انگلیسی مربوط به مهندسی مواد و متالورژی به اقتضای گرایش مربوطه، توانایی دانشجویان در موارد خواندن و شنیدن و درک سریع مطلب، آشنایی با لغت‌ها و اصطلاحات تخصصی، ارائه کتبی و یا شفاهی مطالب به زبان انگلیسی تقویت می‌شود. ترجمه متون فنی تخصصی و تهیه گزارش فنی به زبان انگلیسی نیز در این درس می‌تواند گنجانده شود.

## کنترل کیفی مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: تئوری

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد

- ۱- اصول کنترل کیفیت و کنترل فرآیند.
- ۲- مفاهیم کیفیت و روشهای آماری.
- ۳- مدیریت کیفیت فراگیر.
- ۴- مدیریت کیفیت و سیستم تضمین کیفیت.
- ۵- استانداردهای سری ISO 9000 و کاربرد آنها در صنایع متالورژی.
- ۶- کامپیوتر و کنترل کیفیت.
- ۷- کاربرد پنج سین در صنایع متالورژی.
- ۸- نقش کالیبراسیون در کنترل کیفیت.
- ۹- نقش عوامل انسانی بر کیفیت محصول نهایی.
- ۱۰- مفاهیم چرخه QC.
- ۱۱- مقدمه‌ای بر CEDAC.
- ۱۲- روشهای کاهش هزینه‌های لازم جهت اعمال روشهای کنترل کیفیت.
- ۱۳- کاهش عیوب با استفاده از روشهای کنترل کیفیت آماری.
- ۱۴- کنترل کیفیت در تولید مواد و فلزات غیر آهنی - مواد سرامیکی.
- ۱۵- کنترل کیفیت در تولید قطعات فولادی و چدنی بروش ریخته گری.
- ۱۶- کنترل کیفیت در روشهای شکل دادن فلزات و محصولات تولید شده توسط این روش.
- ۱۷- کنترل کیفیت در عملیات حرارتی.
- ۱۸- کنترل کیفیت در جوشکاری.
- ۱۹- آزمایشات مخرب و غیر مخرب در متالورژی.

## سرفصل دروس تخصصی الزامی گرایش متالورژی صنعتی



## روش انتقال مطالب علمی و فنی



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

### هدف:

هدف این درس پرورش قدرت ارائه دقیق، واضح، صریح و مؤثر مطالب به خوانندگان یا شنوندگان با زمینه‌ها، علائق و مسئولیت‌های متفاوت و آموزش نحوه استفاده صحیح، سریع و مؤثر مطالب علمی و فنی موجود می‌باشد. در این درس ضمن تاکید به روش منطقی نوشتن مطالب علمی و فنی، به روش ارائه شفاهی این نوع مطالب نیز توجه می‌شود. روشهای جمع‌آوری، دسته‌بندی و نگهداری مطالب و همچنین طرز استفاده از این مطالب در این درس همراه با تمرینهایی از متون علمی و فنی موجود ارائه خواهد شد.

### سرفصل دروس:

تعیین موضوع، تشخیص خواننده (یا مخاطب)، تعیین حوزه بحث، تحقیق در اطراف موضوع، روش یافتن اطلاعات و نحوه استفاده از آنها، انواع فهرست‌ها و کاربرد هر یک، سازمان دادن به مطالب، پرورش بنای تفکر، زمان بندی سرعت، انتخاب و استفاده از کلیات، انتخاب سبک، تنظیم اولیه مطالب، مرور و ویرایش، استفاده از نمودار و جدول برای ارائه کتبی و شفاهی مطالب، بخشهای ضروری یک مقاله علمی و فنی، نقایص و عیوب رایج در ارائه مطالب، نوشته‌های منتخب، تمرینهای کتبی و شفاهی.



## ریخته گری ۱



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

۱- آشنایی با صنعت ریخته گری شامل انواع روشهای ریخته گری و مقایسه با سایر روشهای تولید - قالب و مواد قالب گیری - مدل و اصول کلی طراحی ریخته گری - ماهیچه و رفتار آن در ریخته گری - روشهای قالب گیری - عوامل مؤثر در طراحی قالب شامل اصول انجماد - خواص ریخته گری مذاب - ویسکوزیته، سیالیت و انقباض و جریان فلز مذاب داخل قالب - طراحی سیستم راهگامی و تغذیه.  
رابطه تنش - کرنش در ریخته گری و راههای جلوگیری از ایجاد ترک گرم و سرد قطعات ریخته گری - تنش باقیمانده در قطعات ریخته گری - شناخت نواقص قطعات ریخته گری و علل ایجاد آنها.

۲- انواع کوره های مورد استفاده

۳- مذاب و کنترل ترکیب آن - روشهای تهیه مذاب و چگونگی تصفیه آن - آشنایی با انواع آلیاژهای ریخته گری آهنی و غیر آهنی - روشهای مدرن ریخته گری.

منابع و مراجع:

1- Principle of Metal Casting, R.W.Heine, C.R.Lopers & P.C.Rosental.

2- Fundamental of Metal Casting .R.A.Flinn.

## آزمایشگاه ریخته گری ۱



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

هم نیاز: ریخته گری ۱

رفوس آزمایش ها:

- ۱- قالبگیری با ماسه - تهیه ماهیچه بروش های مختلف، ماسه تر،  $CO_2$  و رزین های مختلف. آشنایی با ماشین فرم گیری. دو جلسه
- ۲- آزمایشات ماسه (اندازه گیری استحکام گرم و سرد، دانه بندی، نفوذ پذیری، ...). سه جلسه
- ۳- ریخته گری آلیاژهای پایه مس. یک جلسه
- ۴- آزمایش گوه: بررسی سرعت سرد شدن چدن. یک جلسه
- ۵- ریخته گری چدن نشکن: بررسی شرایط لازم جهت دسترسی به این چدن. یک جلسه
- ۶\* - ریخته گری فولاد: بررسی شرایط لازم جهت تولید فولاد ۴۳۴۰ و بررسی عملیات کیفی. یک جلسه
- ۷\* - ریخته گری تحت فشار: کار با ماشین مربوطه و بررسی شرایط ریخته گری. یک جلسه
- ۸\* - ریخته گری مداوم: کار با دستگاه مربوطه و بررسی شرایط ریخته گری. یک جلسه

از سه مورد علامت گذاری شده (\*) ۶ و ۷ و ۸ در جلسه انتخاب و تعداد جلسات آزمایشگاه ده جلسه

می باشد.

## انجماد فلزات



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: پدیده‌های انتقال خواص فیزیکی مواد ۲

- ۱- مقدمه - تعریف و اهمیت پدیده انجماد و نقش آن در فرآیندهای مختلف از قبیل جوشکاری، ریخته‌گری، تهیه تک کریستالها و نیمه هادیها، انجماد سریع و ..... معرفی فاکتورهایی که میتوان با کنترل آنها در حین انجماد به خواص مطلوب از نظر ریز ساختاری و بی عیب بودن (پیوستگی) دست یافت.
- ۲- بررسی ساختار مایع و مقایسه آن با ساختار جامد و گاز، بررسی برخی از موارد تجربی از قبیل تغییرات حجم، آنتالپی، آنتروپی و عدد همسایگی که در هنگام انجماد اتفاق می افتد. معرفی و مقایسه مدل‌های مختلف ارائه شده در مورد ساختار مایعات.
- ۳- ترمودینامیک انجماد، تغییرات انرژی آزاد گیبس در هنگام انجماد مواد خالص و محاسبه نیروی محرکه لازمه برای انجماد، تغییرات انرژی آزاد گیبس بر حسب تغییر ترکیب شیمیایی در آلیاژهای دوتایی و چگونگی رسم دیاگرامهای فازی با استفاده از دیاگرامهای مذکور.
- ۴- جوانه زنی در انجماد، جوانه زنی هموزن، شعاع بحرانی جوانه زنی، مادون انجماد لازمه، سرعت جوانه زنی و شرایط تجربی برای حصول مادون انجماد بالا، جوانه زنی هتروژن، زاویه خیس شوندگی، شرایط لازمه برای جوانه زنی هتروژن، مقایسه شعاع بحرانی، مادون انجماد لازم و انرژی اکتیواسیون برای جوانه زنی هتروژن و مقایسه آن با جوانه زنی هموزن، مواد جوانه‌زا و شرایط آنها.
- ۵- رشد، انواع فصل مشترک جامد / مایع و چگونگی تاثیر آنتروپی گذار روی فصل مشترک انواع مکانیزمهای رشد.
- ۶- انجماد فلزات خالص، شرایط لازم برای انجماد، دندریتهای حرارتی و چگونگی تشکیل آنها، انجماد آلیاژها، مادون انجماد غلظتی و چگونگی تاثیر آن روی پدیده انجماد.
- ۷- انجماد، جنبه مسطح در آلیاژهای تک فازی، انواع آنها و توضیح پدیده ریز جدایش (Microsegregation) در هنگام انجماد، جدایش درشت (Macrosegregation) و انواع آن.
- ۸- چگونگی تشکیل ریز ساختار در انجماد ششما و معرفی الگوهای مختلف جدایشی پس از انجماد.

مرجع:

1- Solidification and Casting G.J. Davis

2- Solidification Processing, Flemings

## آزمایشگاه انجماد فلزات

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

پیشنیاز: انجماد فلزات



رئوس آزمایش ها:

- ۱- بررسی سرعت سرد کردن روی ساختار مقاطع ریختگی آلیاژهای آلومینیوم. يك جلسه
- ۲- بررسی اثر جوانه زا بر ساختار آلیاژهای آلومینیوم. يك جلسه
- ۳- بررسی اثر درجه حرارت فوق گداز روی ساختار ریختگی آلیاژهای آلومینیوم. يك جلسه
- ۴- بررسی اثر عوامل دینامیکی در انجماد آلیاژ قلع و سرب. يك جلسه
- ۵- اندازه گیری سرعت انجماد آلومینیوم. الف- بروش خالی کردن. ب- افزودن فلز نامحلول (سرب). ج- افزودن فلز محلول (روی). د- اندازه گیری درجه حرارت در نقاط مختلف قالب.
- ۶- بررسی اثر ترکیب شیمیایی و فوق گداز بر سیالیت مذاب. يك جلسه
- ۷- بررسی جدایش گوگرد و فسفر در فولاد بروش چاپ مجاورتی بر روی کاغذ حساس. يك جلسه
- ۸- بررسی جدایش ثقلی در آلیاژهای سرب. يك جلسه
- ۹- تهیه کومپوزیت از مذاب بروش انجماد جهت دار. يك جلسه

## شکل دادن فلزات ۱



تعداد واحد: (۳ و ۱ ساعت تمرین)

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

- تانسور تنش - تنش های اصلی - تغییر ناپذیرهای تنش - تنش متوسط و تانسور با اثر تنش - تنش های برشی ماکزیمم - معادلات دیفرانسیل تعادل در مختصات کارتزین، استوانه ای و کروی - تانسور کرنش و سرعت کرنش - روابط سازگاری کرنش - روابط تنش و کرنش پلاستیک - روابط ری، پراندل، لوی میزز، معیارهای تسلیم ترسکا، فون میزز با استفاده از تغییر ناپذیرهای تنش - نمایش فضایی معیارهای فن میزز و ترسکا - سطوح تسلیم.

- انواع فرآیندهای شکل دادن - خواص قطعات شکل داده شده - اثر درجه حرارت بر شکل دادن - شکل دادن گرم - شکل دادن سرد - اثر سرعت تغییر فرم بر فرآیندهای شکل دادن - اثر ساختار بر شکل پذیری - مقدار کار لازم برای تغییر فرم (همگن - اصطکاکی - زاید) - آزمایش های استاندارد در شکل دادن - فشار تک محوری - فشار در شرایط کرنش صفحه ای - آزمایش پیچش - آزمایش Bulge test - سختی - کشش میله، سیم، تسمه و ورق - تحلیل به روش Slab analysis - اثر زاویه ماتریس - ایجاد منطقه مرده - عیوب رایج در کشش - ساخت لوله های بدون درز به روش شکل دادن (کشش با ماندل، توپی و نشست) - محاسبه نیروی مورد نیاز - اثر زاویه قالب، تعیین زاویه قالب بهینه.

- نورد، تحلیل نورد گرم، نورد سرد و تحلیل نیروی لازم - توزیع فشار - تپه اصطکاکی، اثر عوامل مختلف - کشش مستقیم و معکوس - ضریب اصطکاک - خمش غلطک ها - تغییر فرم الاستیک غلطک - قدرت مورد نیاز در نورد - کنترل دهانه غلطک - نقایص در نورد - نورد مقاطع.

- اکستروژن، انواع اکستروژن - تحلیل به کمک روش Slab analysis - اثر اصطکاک و کار زاید - موازنه در اکستروژن - نقایص اکستروژن - اکستروژن هیدرواستاتیک.  
- فرجینگ - انواع فرجینگ (باز و بسته) - فرجینگ در شرایط کرنش صفحه ای - اثر اصطکاک - تپه اصطکاکی - روش محاسبه نیمه تجربی در فرجینگ بسته - مقدمه ای بر طراحی در فرجینگ - نقایص فرجینگ - دستگاههای فرجینگ.

## آزمایشگاه شکل دادن فلزات

تعداد واحد: ۱

پیشنیاز: شکل دادن فلزات (۱)

سرفصل دروس:

تعیین ضریب کار سختی با استفاده از آزمایش کشش تک محوری، آزمایش کشش عمیق، آزمایش اریکسن، آزمایش گسترش کشش عمیق، آزمایش بالچ، آزمایش فشاری رینگ و تعیین ضریب اصطکاک بین فک و نمونه آزمایش فشاری در شرایط کرنش صفحه‌ای، آزمایش تعیین زاویه گیرش در نورد تسمه، اندازه گیری اصطکاک در نورد تسمه.



## خواص مکانیکی مواد ۲



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد ۱

سرفصل دروس:

- انواع شکست، ترد و نرم - مقاومت چسبندگی اتمی مواد.
- تمرکز تنش - فاکتور تمرکز تنش.
- تئوری ترک گریفیث - تصحیح اروان - تحلیل سرعت کاهش انرژی - تحلیل تنش ترک - فاکتور شدت تنش - چگونگی شکست - منطقه پلاستیک نوک ترک - شرایط تنش صفحه ای و کرنش صفحه ای - آزمایش چقرمگی شکست - تبدیل تردی به نرمی - درجه حرارت تبدیل تردی به نرمی - انواع روشهای آزمایشی - محدودیت ها.
- جنبه های ماکروسکوپی شکست، بررسی سطوح شکست، میکرومکانیزم شکست - رابطه ساختار داخلی و چقرمگی شکست - اثر عوامل متالورژیکی - تردی متالورژیکی - شکست فولادها و آلیاژهای غیر آهنی.
- شکست سرامیکها - روشهای بهبود - مکانیزم های شکست - شکست پلیمرها.
- تنش های سیکلی و خستگی - منحنی های S-N و اثر عوامل مختلف بر آن - جنبه های ماکروسکوپی سطح شکست خستگی، خستگی تحت تنش های ثابت، خستگی تحت کرنش های ثابت - اثر تنش های سیکلی بر ساختار داخلی - رفتار الاستیک و پلاستیک - تحلیل عمر خستگی.
- مکانیزم های جوانه زنی - مرحله ۱ رشد، مرحله ۲ رشد - مکانیک رشد ترک خستگی - مکانیزم رشد ترک خستگی - طراحی در مقابل خستگی - اثر روشهای تولید، اندازه دانه، تصفیه، عملیات شیمیایی، حرارتی (سطحی).
- رفتار سرامیک ها و پلیمرها در خستگی.
- مفهوم خزش - منحنی خزش - مراحل اولیه - یکنواخت و نهایی.
- رابط درجه حرارت، سرعت کرنش و درجه حرارت - انرژی اکتیواسیون - مکانیزم های خزش - رفتار سوپر پلاستیک.
- استفاده از نقشه های تغییر فرم - روشهای اکسترپولاسیون - طراحی در مقابل خزش، مواد در حرارتهای بالا.
- خزش در سرامیک ها و پلیمرها.

- 1- Deformation & Fracture mechanics of Engineering Materilas, R.W.Hertz berg.
- 2- Mechanical Metallurgy, G.E.Dieter.
- 3- Fracture of Structural Materials, A.TeTelman & A.J. Mcevily.





## منالورزی جوشکاری



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: انجماد فلزات

سرفصل دروس:

مقدمه ای بر روشهای اتصال فلزات و قطعات هندسی، تاریخچه جوشکاری، فرآیندهای جوشکاری، جوشکاری قوس الکتریکی:

فرآیندهای الکتروود دستی (MMA)، قوس الکتروود تنگستنی با گاز محافظ خنثی (TIG)، قوس الکتروود فلزی مصرف شدنی با گاز محافظ خنثی (MIG)، قوس الکتروود فلزی مصرف شدنی با گاز محافظ فعال (MAG).

جوشکاری پلاسما (PAW):

جوشکاری زیر پودری، جوشکاری سرباره الکتریکی، جوشکاری مقاومتی، جوشکاری ترمیت، جوشکاری اکسی استیلن.

عملیات جوشکاری قوس الکتریکی

انتخاب فرآیند

انتخاب نوع الکتروود، عملیات پیش گرم و پس گرم، سرعت جوشکاری، طراحی اتصال، تغییرات دما در حین عملیات جوشکاری، عیوب جوش، نخلخل، نفوذ، بریدگی، انباشتگی و ترک جوش.

جوشکاری آلیاژهای مختلف

تکنیک جوشکاری فولادهای کربنی ساده، چدن، آلیاژهای آلومینیم، مس، نیکل.

منابع و مراجع:

- 1- A.C.Davies, the Science and Practice of Welding 8th Edition Vol. 1 & 2.
- 2- R.L.Little, Welding & Welding Technology.

## آزمایشگاه جوشکاری



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

همزمان: متالورژی جوشکاری

سرفصل دروس:

هدف: آشنایی با پارامترهای جوشکاری در فرآیندهای مختلف بر روی کمیت و کیفیت جوش.

آزمایش پایداری قوس و عوامل تاثیر گذارنده بر روی آن.

آزمایش تاثیر نوع جریان، قطب جریان، میزان شدت جریان، نوع الکتروود و قطر الکتروود بر روی

کمیت و کیفیت جوش الکتروود دستی.

آزمایش تاثیر حرارت داده شده در جوشکاری زیر پودری بر روی کمیت و کیفیت جوش و میزان رقت.

آزمایش تاثیر شدت جریان و زمان در جوشکاری مقاومتی نقطه‌ای بر روی ابعاد که جوش و استحکام

برشی آن آزمایش تاثیر اتمسفر شعله در جوشکاری اکسی استیلن بر روی انعطاف پذیری و سختی

جوش.

آزمایش تاثیر فشار گاز محافظ بر روی کیفیت جوش در جوش CO<sub>2</sub>.

آزمایش جوشکاری فولادهای آلیاژی.

آزمایش جوشکاری چدن ها.

آزمایش تاثیر طرح پیچ بر روی میزان مصرف الکتروود، هزینه، زمان جوشکاری و پیچیدگی.

## متالورژی پودر



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲ - خواص مکانیکی مواد ۱  
فهرست مطالب درس:

- مقدمه: شامل تاریخچه، مزایا و محدودیتهای روش متالورژی پودر در تهیه قطعات صنعتی (در مقایسه با روش ریخته گری)، ذکر مطالب کلی در باره مراحل مختلف تهیه قطعات از روش متالورژی پودر، روشهای مختلف تهیه پودر، روشهای بررسی خواص فیزیکی پودر، روشهای شکل دادن پودر (سرد، گرم)، زینتر یا پخت قطعات خام (مکانیزم عمل زینتر)، اتمسفر کوره های زینتر، انواع کوره های زینتر، مختصری در باره عملیات حرارتی قطعات تهیه شده، عملیات حرارتی و نهایی: اندازه کردن یا دوباره پرس کردن - آنیل کردن - سخت کردن - آبکاری - پلیسه گیری - تراشکاری و تمیز کردن، مثالها و موارد استفاده: قطعات متخلخل - فیلترها - آهن ربای موقت و دائمی - پروتزها - چرخ دنده و ....

### منابع و مراجع:

- 1- P/M Principels and Application/ F.V.Lenel....
- 2- Rowder Metallurgy Practice and AppliCation R.L.Sands, Shakespeare.
- 3- P/M Hirschharn.
- 4- Metals Handbook Vol 7. P/M.
- 5- Practical Coursein P/M (Yarnton and Argyles).

## روشهای نوین آنالیز مواد

واحد نظری: ۲

واحد آزمایشگاهی: ۱

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

اصول تجزیه مواد - کاربرد روشهای آماری در تجزیه مواد - روشهای صحیح نمونه گیری - طبقه بندی روشهای تجزیه مواد جامد، مایع، پودر و تجزیه سطوح - روشهای مخرب و غیر مخرب تجزیه.

روشهای آنالیز کلی مواد: روش جذب اتمی - فلورسانس اشعه ایکس XRF - روش ICP - روشهای کوانتومتری - اندازه گیری کربن و گوگرد - اندازه گیری گازها در فلزات (اندازه گیری نیدروژن - ازت و اکسیژن).

آنالیز سطوح - الکترون میکروسکوپی SEM و TEM و روشهای آنالیز با EDS و WDS



## خوردگی و اکسیداسیون



تعداد واحد: ۳

همزمان: ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

تعریف و اهمیت خوردگی - زیانهای ناشی از خوردگی - اصول الکتروشیمیایی خوردگی - سریهای الکتروموتیوگالوانیک، واکنشهای آندی و کاتدی - ترمودینامیک خوردگی (دیاگرام پوربه) - معادله نرنست - پلاریزاسیون (اکتیواسیون - غلظتی - اهمی) - ولتاژ اضافی هیدروژن - ولتاژ اضافی اکسیژن - معادلات تافل و استرن گری

نظری واگنر (Mixed Potential Theory):

انواع خوردگی: یکنواخت - حفره دار شدن خوردگی شکافی - خوردگی ترجیحی - خوردگی بین دانه ای - خوردگی تحت تنش - خوردگی توام با خستگی - تردی هیدروژنی - خوردگی فرسایشی.

تعیین سرعت خوردگی و عوامل مؤثر در آن.

اکسیداسیون در فاز گازی - اکسیدهای نوع n و p، اکسیداسیون ترجیحی - اکسیداسیون ناگهانی - اکسیداسیون داخلی.

حفاظت کاتدی به روشهای جریان خارجی و آند فدا شونده.

بازدارنده ها: مکانیزم عمل و انواع آنها و کاربرد در اسید شویی و نیروگاهها، مقدمه ای

بر انواع پوششها، تقسیم بندی آنها و کاربرد.

روشهای مطالعه خوردگی شامل پتانسیوستات و گالوانوستات.

خوردگی در مذاب و سرباره ها - تستهای خوردگی شامل نمک پاشی و رطوبت.

## عملیات حرارتی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

سرفصل دروس:

مروری بر استحاله‌های پرلیتی، بینیتی و مارتنزیتی. نمودارهای TTT و CCT (نحوه رسم این نمودارها کاربرد آنها و عوامل مؤثر بر روی آنها نظیر درصد کربن و عناصر آلیاژی). فرآیندهای مختلف عملیات حرارتی شامل: آنیل کردن (ایزوترمال و کامل)، نرماله کردن، همگن کردن، کرووی کردن سمنتیت، تنش گیری، سختی و سختی پذیری و نقش عوامل مختلف بر روی خاصیت سختی پذیری فولادها و محاسبات مربوطه، تمپر کردن، سختی ثانویه، ترد شدن فولاد آستنیت و نقش آن در عملیات حرارتی: عملیات حرارتی ویژه نظیر آستمپرینگ، مارتمپرینگ، مارتمپرینگ اصلاح شده، آسفورمینگ، عملیات حرارتی سخت کردن سطحی فولادها نظیر کربوره کردن، نیتریده کردن، کربونیتریده کردن، سخت کردن شعله‌ای و سخت کردن القایی. روشهای جدید سخت کردن سطحی نظیر پوششهای دیفوزیونی، پرتوهای یونی و .... محیط‌های گرم کننده (آتمسفر کوره‌ها)، محیط‌های سرد کننده دماهای آستنیته کردن، زمان آستنیته کردن، تنش‌های ناشی از تغییر ابعاد در ضمن عملیات حرارتی و اثرات آن و چگونگی مبارزه با آن. معایب عملیات حرارتی و نحوه جلوگیری و با بر طرف کردن آنها. مثالهایی از عملیات حرارتی قطعات صنعتی و بررسی معایب احتمالی، تفاوت‌های عمده در عملیات حرارتی فولادها و چدن‌ها. مواردی خاص از عملیات حرارتی چدن‌ها نظیر آستمپرینگ و ....

1- Steels: Kea6 Treatment and Processing Principales. G.Krauss 1990 ASM.

2- Heat Treatment. Metals Handbook, Vol. 4, 9th Ed. ASM

3- Steels and its Heat Treatment.

Kari - Erik Thelning, Bugarworths.

## آزمایشگاه عملیات حرارتی



تعداد واحد: ۱

همزمان: عملیات حرارتی

آشنایی با وسایل عملیات حرارتی و نکات ایمنی در آزمایشگاه، نمودار تعادلی آهن - کربن، نمودارهای TTT و CCT، فرآیندهای آنیل کردن، نرماله کردن، سخت کردن (فولادهای کم کربن و پر کربن)، تمپر کردن، بازیابی و تبلور مجدد، سختی پذیری (آزمایش جانشین - تاثیر درصد کربن و عناصر آلیاژی بررسی شود)، سخت کردن سطحی (بستگی به امکانات آزمایشگاه و حداقل کربوره کردن جامد انجام شود)، سختی رسوبی، مارتمپر کردن، آستمپر کردن، تاثیر دمای آستنیته کردن بر سختی فولادهای آلیاژی، عملیات حرارتی ویژه چدن‌ها نظیر مالیبل کردن و آستمپر کردن.

## استخراج فلزات ۱ (تولید آهن و فولاد)



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

اصول ترمودینامیک سینتیک تولید آهن و فولاد، نمودارهای الینگهام - ریچاردسون برای آهن و کربن و سایر ترکیبات همراه سنگ آهن نمودارهای فاز سیستم آهن - اکسیژن - نمودارهای احیاء اکسیدهای آهن نمودار بودوارد - نمودار باورگلستر - نمودارهای منطقه پایداری، آماده سازی بار در تولید آهن - گندله سازی - کلوخه سازی - تولید کک.

احیاء سنگ آهن بوسیله کربن - فرآیند تولید آهن در کوره بلند.

احیاء گندله سنگ آهن بوسیله گازهای CO و  $H_2$  - فرآیندهای تولید آهن اسفنجی.

فولاد سازی - کربن زدایی چدن خام - گوگرد زدایی - فسفر زدایی - منگنز زدایی و سیلیس زدایی

ترمودینامیک و سینتیک فولاد سازی واکنشهای سرباره و مذاب فلز، فولاد سازی در کنورتر - فولاد سازی

در کوره قوس الکتریک - روشهای دیگر فولاد سازی (نظیر AOD و VOD و غیره).



## استخراج فلزات ۲ (فلزات غیر آهنی)



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: استخراج فلزات ۱

سرفصل دروس:

اصول تولید فلزات غیر آهنی بروشهای پیرومتالورژی - مبانی ترمودینامیک و سینتیک تولید فلزات  
فرآیندهای تشویه سنگهای سولفیدی - فرآیند تکلیس - نمودارهای منطقه پایداری ترکیبات.  
تولید فلزات غیر آهنی مهم نظیر مس، سرب، روی و تولید سایر فلزات غیر آهنی بروشهای  
پیرومتالورژی، اصول تولید فلزات غیر آهنی بروشهای هیدرومتالورژی، مبانی تهیه و تصفیه الکترولیزی،  
قوانین فاراده - معادله نرنست، تهیه مس در هیدرومتالورژی - تصفیه الکترولیزی مس، تهیه روی بروش  
هیدرومتالورژی، الکترولیز نمکهای مذاب، تولید آلومینیم و منیزیم - تهیه فلزات قیمتی.

## سرفصل دروس تخصصی انتخابی گرایش متالورژی صنعتی





## شکل دادن فلزات ۲

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: شکل دادن فلزات

سرفصل دروس:

- تحلیل حد بالایی انرژی (Kinematically admissible solution) - تحلیل اکستروژن و فرجینگ
- شبه روش حد بالایی، اصطکاک کم و چسبنده، تحلیل فشار سمبه، تحلیل فشار در حالت کرنش صفحه‌ای - تحلیل کشش - میدان خطوط لغزش، معادلات تنش، شرایط مرزی، تحلیل فشار سمبه‌ای، سرعت در میدان خطوط لغزش، اکستروژن در شرایط کرنش صفحه‌ای، رابطه ابعاد سمبه و ابعاد قطعه در تحلیل فشار سمبه‌ای، اکستروژن سریع، فرجینگ سریع، تغییر فرم در سرعت‌های بالا.
- هندسه منطقه تغییر فرم (Deformation Zone Geometry)، اثر اصطکاک، تغییر فرم زاید، ناهمگنی، تنش‌های باقیمانده.
- اصطکاک، تحلیل شرایط سطح در مقیاس میکروسکوپی، روغنکاری - تحلیل فرآیند روغن کاری.
- تغییر شکل ورقها (Sheetmetal forming)، کشش عمیق (Deep Drawing)، کشش دوباره (Redrawing)، اطو کاری (Ironing)، برش کاری (Blanking, Shearing, Punching)، خم کاری، تحلیل تنش‌ها و محدودیت کرنش‌ها، برگشت الاستیک، تغییر فرم کششی (Stretch Forming)، اشکالات و نقایص در فرآیند شکل دادن ورق‌ها - روشهای آزمایش.
- شکل دادن انفجاری - روش، تحلیل، خواص قطعه.
- ناهمسوئی در تغییر فرم پلاستیک - تئوری هیل در ناهمسوئی پلاستیک - ساختار متالورژیکی (Anisotropy) اثر بر خواص.
- روش‌های دیگر در شکل دادن مانند Flow forming, Swaging، و ...

- 1- W.Johnson & R.Sowerby & R.D. Venter, Plane Strain Slip Line Fields for Metal Deformation Processes, Pergamon Press, 1982.
- 2- W.Johnson & P.B. Mellor, Engineering Plasticity, Van Nostrand Reinhold Company LTD, 1980.
- 3- W.F. Hosford & R.M. Caddell, Metal Forming, Prentice - Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1983.
- 4- J. Chakrabarty, Theory of Plasticity, Mc Graw - Hill, Int. Editions, 1987.

- 5- B.Avitzur, Metal Forming, Marcel Dekker. Inc., 1980.
- 6- G.W. Rowe, Principles of Industrial Metal Working, Processes, Edward Arnold, 1977.
- 7- T.Altan & S. OH & H.Gegel, Metal Forming Fundamentals and Applications, ASM, 1983.



## طراحی قالب



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: شکل دادن فلزات ۱

فهرست مطالب درس:

- ۱- ابزار و ماشین آلات ساخت قالب: فرز کپی، فرز CNC، دستگاههای دریل و سنگ دقیق. دستگاه سنگ تصویری - ماشین های اسپارک.
- ۲- پرس ها: تقسیم بندی بر حسب شکل - تناژ - نیروی محرکه - خصوصیات.
- ۳- انواع قالب: معرفی اجمالی فرآیندهایی که به قالب نیاز دارند.
- ۴- قالب برشی: مواد مورد استفاده - تئوری برش - تنش مجاز - طرح بلائک روی نوار جهت مینیمم قراضه - قالب های برش چند مرحله ای - قالب برشی مرکب - طراحی سنبه و ماتریس - کفشک ها - سنبه گیر - جدا ساز.
- ۵- قالب خم: تئوری خمش - اجزاء خم - طرح گسترده بلائک قبل از خم - شعاع مینیمم خم - برگشت فنری - طراحی سنبه و ماتریس - نیروی خم کاری - پرس های خم کاری.
- ۶- قالب کشش: تئوری کشش - اجزاء قالب کشش - استفاده از بالشتک لاستیکی یا فنری - بیرون انداز - استفاده از ترمز در سطح قالب - نیروی کشش - طرح گسترده بلائک قبل از کشش برای مقاطع استوانه ای، چهار گوش، و بیضوی - عیوب در کشش.
- ۷- قالب فورجینگ: اجزاء قالب فورجینگ - خط جدایش - زاویه شیب - انبار پلیسه - پیش فرم - بالانس نیروها - استفاده از قفل - عوامل مؤثر بر پر شدن قالب - عیوب فورجینگ.
- ۸- قالبهای پلاستیک: قالبهای تزریقی - فشاری - اجزاء قالب - راه خروج هوا - راهگاه گرم - میل های بیرون انداز - صفحه بکن - محاسبه انقباض ها - طراحی مسیر آب خنک کننده - نیروی پرس تزریقی - بررسی نوسانات ابعاد قالبها، ارتباط خواص مواد مصرفی یا کیفیت اجزاء متشکله قالب.

## منابع و مراجع:

- 1- Die Design Fundamental Paquin.
- 2- Die Design Handbook, ASTM.
- 3- Basic Die Design, Ostergaard.
- 4- Advanced Die Design, Ostergaard.
- 5- Forging Handbook.
- 6- Plastic Mold Engineering, Dubois and Pribble.
- 7- Injection Mould Design, R.G.W. Pye. Pribble.



## کارگاه طراحی قالب

تعداد واحد: ۱

همزمان: طراحی قالب

فهرست مطالب درس:

### کارگاه طراحی قالب (بصورت انجام یک پروژه)

- ۱- آشنایی با اصول طراحی و رسم قالب‌ها با استفاده از کامپیوتر.
- ۲- انتخاب یک قطعه و محاسبات مربوط به لقی مجاز، ابعاد سنبه و ماتریس برشی و طراحی قسمتهای مختلف یک قالب چند مرحله‌ای - انتخاب مواد و پیشنهاد روش ساخت هر قسمت.
- ۳- مطالعه اثر شعاع سرپانچ و رینگ کشش با استفاده از ورق‌های فولادی و آلومینیم.
- ۴- بازدید از کارگاههای قالب سازی.
- ۵- ساخت یک قالب ساده.



## دیرگذاها



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

سرفصل دروس:

تعریف دیرگذاز و انواع آن - خواص مهم دیرگذاها و طرز اندازه گیری آنها از جمله (دیرگذازی، استحکام فشاری و خمشی سرد و گرم، ثبات ابعاد، مقاومت در برابر شوک حرارتی، هدایت حرارتی، مقاومت در برابر خوردگی، دانسیته و تخلخل، انبساط حرارتی ....).

روش ساخت انواع دیرگذاهای مهم از جمله سیلیسی، آلومینوسیلیکاتی آلومینایی، مگنزیتی، دولومیتی، مگنزیت - کرمیتی و برخی دیرگذاهای ویژه از جمله کربنی و سیلیکون. کاربرد شامل انواع مواد اولیه، آماده سازی، روش شکل دادن و پختن، واکنش های انجام شده در مرحله پخت با تکیه بر اثر هر کدام از عوامل فوق (از جمله نوع ماده اولیه، اندازه ذرات، روش شکل دادن، مواد اضافه شونده، جزئیات مرحله پخت)، هر خواص نهایی قطعه همراه با دیگرامهای دوتایی و سه تایی هر کدام از دیرگذاهای فوق که در مرحله پخت یا در رابطه با خواص دارای اهمیت است - تاکید بر نوع فازهای بوجود آمده و ریز ساختار در هر کدام از دیرگذاها بر حسب شرایط پروسس و اثر آن بر خواص کاربردی.



## ریخته گری ۲



تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: ریخته گری ۱

سرفصل دروس:

- ۱- روشهای قالب گیری و ریخته گری - قالب گیری ماسه ای - ماسه های چسب دار - قالب گیری با ماسه های بدون چسب - بازیابی ماسه - روش EPS، قالب گیری توسط خلاء - قالب های سرامیکی - ریخته گری دقیق - ریخته گری بر قالبهای فلزی - ریخته گری تحت فشار - ریخته گری گریز از مرکز - ریخته گری مداوم.
- ۲- کوره های ذوب در ریخته گری - کوره قوس الکتریک - کوره القایی - کوره های شعله ای - کوره نوار - کوره های بوته ای.
- ۳- اصول طراحی قطعات ریختگی، طراحی سیستم راهگامی، طراحی سیستم تغذیه گذاری، تاثیر انتقال حرارت و مدول بر روی طراحی تغذیه، روشهای محاسبه ابعاد تغذیه.
- ۴- ریخته گری فلزات آهنی - ریخته گری چدنهای خاکستری، چدنهای نشکن، چدنهای مالی-پل - چدنهای سفید - چدنهای آلیاژی - ریخته گری فولاد ساده کربنی - فولادهای کم آلیاژ - فولادهای آلیاژی.
- ۵- ریخته گری فلزات غیر آهنی - ریخته گری آلومینیوم و آلیاژهای آن - ریخته گری مس و آلیاژهای آن - ریخته گری منیزیوم و آلیاژهای آن - ریخته گری روی و آلیاژهای آن.
- ۶- کاربرد کامپیوتر در ریخته گری قطعات.

1. Principles of Metal Casting R.W Heine.

2. Foundry Engineering.

3. Metals Handbook.

## انتخاب مواد فلزی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد

سرفصل دروس:

عوامل مؤثر در انتخاب مواد، روش جستجو، طبقه بندی فولادها، استفاده از کلید فولاد، طبقه بندی آلیاژهای آلومینیم و خواص آنها، آلیاژهای ریختگی و کاربرد، انتخاب اقتصادی مواد. آلیاژهای مس، نیکل و خواص و مشخصات آنها. آلیاژهای مقاوم حرارتی، فلزات و آلیاژهای با استحکام بالا، فلزات مقاوم در مقابل سایش، خزش، خستگی. فلزات و مواد با سختی بالا. انتخاب فلزات با شکل پذیری بالا، مواد و فلزات برای ابزارهای برشی، فولادهای ابزار، فلزات و آلیاژهای مقاوم در برابر خوردگی، انتخاب مواد برای کاربرد در راکتورها، مواد با نقطه ذوب بسیار بالا، مواد و فلزات دارای نقطه ذوب پایین. فلزات قابل پوشش کاری، انتخاب مواد برای کاربرد در دماهای بسیار پایین، آلیاژهای حافظه دار و کاربرد آنها، انتخاب مواد و فلزات برای کاربرد در مهندسی پزشکی و بیومتریال، مواد قسمت های مختلف اتومبیل، پودر فلزات و خواص قطعات ساخته شده بر روش متالورژی پودر، روش های اقتصادی ساخت قطعات فلزی، کمپوزیت های فلزی و کاربرد آنها.

### منابع و مراجع:

- 1- K. Budinski, "Engineering Materials, Selection and Properties", Last Edition Reston Publishing Company, Inc, USA.
- 2- Metals Handbook, Vol.1,2,3,9 ed.,ASM.
- 3- Avner. "Introduction to Physical Metallurgy", 2 Ed., Mc Graw - Hill.

## مواد پیشرفته



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد

سرفصل دروس:

- مقدمه‌ای بر کاربرد مواد پیشرفته در صنعت:

کاربرد مواد پیشرفته در صنایع هوا - فضا: موتور و بدنه هواپیما، کاربرد مواد پیشرفته در صنایع هسته‌ای: مواد هسته‌ای، غلاف سوخت، آلیاژهای ساخت ژنراتورها و مبدل‌های گرمایی، کاربرد مواد پیشرفته در مهندسی پزشکی: مواد ایمپلانت و ابزار جراحی و آمالگام دندان، کاربرد مواد پیشرفته در صنایع الکترونیک و مخابرات.

- ترکیبات فلزی:

ساختار اتمی و میکروسکوپی ترکیبات بین فلزی، خواص فیزیکی و مکانیکی، توسعه و فرآیندهای تولید، ترکیبات بین فلزی در صنایع پیشرفته، ترکیبات بین فلزی،  $TiCu$ ,  $Ti_2Cu$ ,  $TiNi$ ,  $Ti_3Ni$ ,  $Ti_3Al$ ,  $TiAl$ ، آلیاژهای حافظه دار و باهوش.

- سرامیک‌ها:

تعریف و طبقه بندی مواد سرامیکی سیلیس و سیلیکات‌ها، اکسیدهای مهم نظیر آلومین و زیرکونیا، کاربیدهای و نیتريد‌ها، سیالون‌ها، گرافیت، سرامیک‌های دی‌الکتریک نظیر چینی‌های الکتریکی، ابر رساناها، شیشه‌ها و سرامیک‌های مغناطیسی، نیمه رساناها، ابر رساناها، شیشه‌ها و شیشه سرامیک، فیبر نوری، فرآیندهای تولید، خواص و کاربرد این مواد در صنایع پیشرفته.

- کمپوزیت‌ها:

طبقه بندی و تعریف مواد کمپوزیتی، مقایسه بین مواد کمپوزیت و مواد متداول، فرآیندهای تولید کمپوزیت‌های با زمینه فلزی، کمپوزیت‌های پلیمری و کمپوزیت‌های لایه‌ای، خواص فیزیکی و مکانیکی کمپوزیت‌ها.

- سرامت‌ها:

طبقه بندی و تعریف سرامت‌ها، فرآیندهای تولید، سرامت‌های بر پایه اکسید و کاربید، کاربرد سرامت‌ها در موتورهای جت و قطعات مهندسی هسته‌ای، مواد اصطکاکی و بوته‌های ذوب فلزات فعال.



### منابع و مراجع:

- 1- W.D.Kingery, H.K.BOWen amd D.R.V. hlmann "Introduction to Ceramics", John Wiley and sons.
- 2- W.E.C. CREYKE, I.E.J.SAINSBURY and R. Morrell "Design With Non ductile Materials".
- 3- D.Hull, " An Introduction to Composite Materials".
- 4- J.R.Tinklepaygh and W.B.Crandall, "Cermets" Reinhold Publishing Co.
- 5- Flinn - Trojan, Engineering Materilas and their Application, 1981.

## بررسی‌های غیر مخرب



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد

سرفصل دروس:

انواع روشهای بررسی غیر مخرب مواد و قطعات فلزی، انواع سختی سنجی، روش مایعات رنگین، آزمایش نشست، تئوری سیستم های مواد شامل: امولسیون، ظاهر کننده ها، نفوذ کننده ها. بررسی بوسیله نرات مغناطیسی، میدانهای مغناطیسی و مولدهای آنها، جریان ادی. رادیوگرافی صنعتی، خواص و کاربرد اشعه های ایکس، گاما و نوترونی. رادیوگراف و عوامل کنترل کیفیت. وسایل رادیوگرافی، حساسیت رادیوگراف. ایمنی و خطرات اشعه ها، روشهای مختلف رادیوگرافی و مقایسه آنها، اولتراسونیک، امواج اولتراسونیک و انتشار آن در اجسام، برخورد امواج اولتراسونیک با لایه های غیر هم جنس، هولوگرافی، امواج الکترومگنتیک، هولوگرافی نوری، هولوگرافی صوتی، روشهای انعکاسی و عبوری.

اشعه لیزر و خواص و کاربرد آن، تست جرقه، کوانتومتری.

استفاده از روشهای غیر مخرب در کنترل کیفی قطعات.

## آزمایشگاه بررسی‌های غیر مخرب



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

هم نیاز: بررسی‌های غیر مخرب

رئوس آزمایش‌ها:

آزمایش مایعات رنگین برای قطعات ریخته گری، آهنگری، اتصالات جوش با سیستم های محلول در آب،

سیستم های امولسیون و نفوذ کننده محلول در حلال.

آزمایش نرات مغناطیسی برای قطعات فلزی ریخته گری، آهنگری، اتصالات و قطعات متالورژی

پودر بروش هدایت کننده، اکوی مقطعی و روش رزونانس.

آزمایش اولتراسونیک بروش های تر و خشک بر روی قطعات ریخته گری، آهنگری، جوش، قطعات پوسری

آزمایش رادیوگرافی برای قطعات ساخته شده بروشهای مختلف. رادیوگرافی با اشعه X، رادیوگرافی با اشعه

گاما.

آزمایش نشست تحت فشار بر روی قطعات ریخته گری و قطعات پوسری.

اندازه گیری تخلخل در قطعات متالورژی پوسر و سایر قطعات متخلخل.

آزمایش های دیگر در زمینه بررسی‌های غیر مخرب

## متالورژی سطوح و پوشش ها



تعداد واحد: نظری ۳

پیشنیاز: خوردگی و اکسیداسیون

مقدمه ای بر زیانهای خوردگی، اهداف حفاظت، اصول شیمی فیزیکی و ترمودینامیکی حفاظت، اصول الکترولیز محلولهای اسیدی - قلیایی، الکترولیز عملی، فاکتورهای مؤثر در الکترولیز در عمل، پلاریزاسیون و نقش آن در آبکاری، فاکتورهای دیگر مؤثر در الکترولیز (آبکاری) (درجه حرارت - ولتاژ - دانسیته جریان و مواد اضافی - PM و غیره).

انواع سطوح، آماده سازی سطوح به روشهای مکانیکی، شیمیایی - الکتروشیمیایی - پوشش به روش سمناسیون.

آبکاری الکتریکی فلزات مختلف شامل مس - نیکل کرم - کرم سخت - روی کادمیوم - قلع - نقره - طلا - آبکاری آلیاژی برنج و برنز و آلیاژهای مهم، آبکاری به روش الکترولس - پوششهای نفوذی جامد و گازی نشست شیمیایی از بخار (C.V.D)، نشست فیزیکی از بخار (P.V.D)، پوششهای اندودی گرم (گالوانیزه - آلومینیزینگ و سیلیکونیزینگ، قلع اندود).

پوششهای پاششی به طریق شعله - قوس - پلاسما - کاشت یونی (Ion Implantation)، آنودایزینگ Al، شامل فیلمهای فشرده و متخلخل و آب بندی و رنگ آن.

پوششهای غیر فلزی رنگها و پلاستیکها و سرامیکها، آزمایش و کنترل پوششها شامل روشهای مختلف متالوگرافی - میکروسکپ الکترونی و انتخاب پوششها.

- Principels & metal Surface Treatment.



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

سرفصل دروس:

عوامل تولید - تعریف تقاضا - حساسیت تقاضا - تعریف عرضه - عوامل مؤثر در عرضه  
- تعادل بین عرضه و تقاضا - انواع هزینه های تولید (ثابت، متغیر، نیمه متغیر)، تجزیه و تحلیل.  
چگونگی تعیین قیمت در ارتباط با میزان تولید در بازار - رقابت آزاد، کارتل و تراست،  
حفظ تعادل و ایجاد انحصارات، استهلاک و روشهای محاسبه آن، درآمد، تفاوت بین درآمد و  
سرمایه، تعریف تورم، علل تورم.  
اجزاء متشکله قیمت یک کالای تولیدی، روشهای مختلف سفارش کالا، درخواست کالا،  
سفارش مقرون به صرفه، تعریف مدیریت، وظائف اصلی مدیریت، مفهوم برنامه ریزی، مفهوم  
سازماندهی، فاکتورهای انسانی در مدیریت، آشنایی با کار مدیریت بخشهای مختلف صنایع  
متالورژی، ارائه یک مورد مطالعه صنایع متالورژی که در آن مفاهیم فوق در شرایط خاص  
متالورژی طرح شده باشد.



## طراحی و اصول کوره‌های صنعتی



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: پدیده‌های انتقال - ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

- ۱- طبقه بندی کوره‌ها.
- ۲- محاسبات مربوط به احتراق و الکتربسیته.
- ۳- استفاده از روابط انتقال حرارت جهت محاسبه جداره کوره‌ها - محاسبه عایق از نظر اقتصادی - تابش حرارت از گازهای درون کوره به قطعه.
- ۴- برقراری بیلان روی کوره‌ها - موازنه حرارت - موازنه جرم - دیاگرامهای سنگی - راندمان حرارتی تاثیر دمای قطعه و میزان بار روی آن.
- ۵- آتمسفر کوره - واکنشهای درون کوره - تاثیر عوامل موجود در آتمسفر کوره روی بار.
- ۶- دیرگذاها - انواع دیرگذاها، خواص و ویژگیهای مربوطه از نقطه فیزیکی و شیمیایی - مؤلفه‌های حرارتی، تاثیر دمای مذاب، سایش دیرگذا.
- ۷- سنجش دما - طبقه بندی ابزارهای سنجش دما (شامل سیستمهای رنگ سنجی، فیزیکی، مکانیکی، الکتریکی و گدازی).
- ۸- طراحی کوره‌های مقاومتی.
- ۹- کوره‌های پخت - کوره‌های تک‌باری - کوره‌های مداوم - مناطق مختلف کوره‌ها.
- ۱۰- گزارشی کوتاه از طراحی قسمتی از کوره‌ها که توسط دانشجو تهیه گردد.

مراجع:

- 1) Industrial furnaces W.Trinks, M.H.Wawhinney Vol.18-2.
- 2) Metallurgical furnaces V.Krcvandin & Markove.

## فيزيك جامدات



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: فیزیک ۲

سرفصل دروس:

ساختمان بلوری، پیوند بلوری، پراش توسط يك بلور، فضای معکوس، معایب بلوری، ارتعاشات شبکه و فوتونها، خواص حرارتی عایق ها، الکترون آزاد در فلزات، خواص حرارتی الکترونی، نوارها و انرژی. بلورهای نیمه رسانا، سطح فرمی و فلزات، پلاسماها، ابرسانایی، دیالکتريك ها، فروالکتريك ها، و یا - مغناطیس، فرومغناطیس و پارامغناطیس، عیوب نقطه ای آلیاژها و مواد، نابجایی.

مراجع:

1. Introduction to Solid State Physics, C. Kittle.
2. Solid State Physics J. Burns.
3. Introductory Solid State Physics .P. Mayers, (1990).

## کنترل فرآیندها



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضی مهندسی

سرفصل دروس: ۳ واحد

تشریح اهمیت و نقش کنترل در رابطه با پروسس های متالورژیکی با ذکر چند مثال مربوط به رشته - روش حل مسائل کنترل با استفاده از تبدیل لاپلاس - نمایش سیستم با تابع تبدیل و دیاگرام جعبه ای - 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، کنترل کننده ها و عناصر کنترل نهایی، دیاگرام جعبه ای، توابع انتقال مدار بسته، مشخصه های پاسخ گذرا، پایداری سیستمهای کنترل، ارائه و حل تمرینات مختلف در رابطه با پروسس های متالورژیکی مانند راکتورهای ذوب و تصفیه، شکل دادن و فلزات .....

## ترمودینامیک مواد ۲



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ترمودینامیک مواد ۱

سرفصل دروس:

- ۱- بررسی ترمودینامیکی واکنش‌های شیمیایی حاوی اجزاء در حالت محلول: معیار تعادل، تاثیر حالت استاندارد، تبدیل حالت استاندارد.
- ۲- محلولهای حاوی چند جزء رقیق: ضریب تاثیر و نحوه محاسبه آن، کاربرد ضرایب تاثیر برای محاسبه ضریب اکتیویته.
- ۳- محاسبه و رسم دیاگرام‌های پایداری و کاربرد اینگونه دیاگرام‌ها با تکیه بر سیستم‌های متالورژیکی مهم از قبیل فلز - اکسیژن، فلز - کربن، فلز - گوگرد - اکسیژن و ....
- ۴- ترمودینامیک مذابهای متالورژیکی: سرباره‌ها، مات‌ها، نمک‌های مذاب، ساختمان، خواص، رفتار ترمودینامیکی اجزاء.
- ۵- ترمودینامیک محلول‌های آبی: محاسبه و رسم دیاگرام‌های پوربه (Pourbaix)، کاربرد این دیاگرام‌ها.
- ۶- محاسبات ترمودینامیکی در زمینه‌های مختلف متالورژی استخراجی از قبیل: احتراق، نشویه، تکلیس، احیاء، اکسیداسیون، الکترولیز، هیدرومتالورژی.

### منابع و مراجع:

- 1- Introduction to Metallurgical Thermodynamics. D.R. Gaskell.
- 2- Physical Chemistry of Metals. L.S. Darken, G.W. Gurry.
- 3- Fundamentals of Metallurgical Processes. L.Coudurier, D.W. Hopkins, I.Wilkomirsky.
- 4- Physical Chemistry of Melts in Metallurgy F.D. Richardson.
- 5- Thermochimistry for Steelmaking J.F.Elliott.

## آزمایشگاه خوردگی و پوشش دادن



تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

همزمان: متالورژی سطوح و پوشش ها

آزمایش اول: سری گالوانیکی و انواع پیلهای خوردگی.

" دوم: اندازه گیری سرعت خوردگی و پیل اختلاف غلظت اکسیژن.

" سوم: اکسیداسیون در دمای بالا.

" چهارم: بررسی اثر بازدارنده های خوردگی.

" پنجم: آبرکاری مس و نیکل و کرم.

" ششم: گالوانیزه سرد و کرومانه.

" هفتم: گالوانیزه گرم.

" هشتم: آنودایزینگ Al.

" نهم: رسم منحنی های پذیربازاسیون برای چند فلز مختلف.

" دهم: بررسی پدیده خوردگی شکافی، Pitting.

" یازدهم: بررسی پدیده پسیو شدن.

" دوازدهم: فسفات کاری و رنگ زدن و بررسی مقاومت خوردگی با روشهای نمک پاشی و تست

رطوبت.

## آزمایشگاه متالورژی پودر

تعداد واحد: ۱

پیشنیاز: متالورژی پودر

آزمایشگاه می‌تواند شامل (۱) تهیه پودر (به یکی دو روش که در آزمایشگاه ممکن باشد).  
(۲) بررسی ساختار میکروسکوپی پودر. (۳) بررسی سایز ذرات پودر. (۴) بررسی توزیع ذرات پودر از نظر اندازه. (۵) انجام عمل آسیاب و تاثیر زمان آن بر خواص فیزیکی پودر. (۶) اندازه گیری دانسیته ظاهری پودر و نرخ روانی آن (فلومترها). (۷) پرس پودر در قالب (بررسی اثر فشار بر دانسیته خام و استحکام خام). (۸) زینتر قطعات پرس شده (بررسی اثر خواص فیزیکی پودری که قطعه پرس شده از آن تهیه شده، دما، زمان، سیستم آلیاژی زینتر بر آهنگ عمل زینتر).



## کاربرد کامپیوتر در مهندسی مواد

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مبانی برنامه سازی کامپیوتر - بیش از ۱۰۰ واحد

سرفصل دروس:

### ۱ - آشنایی با سیستم سخت افزاری و نرم افزاری کامپیوتر:

این فصل اختصاص به مروری به سیستم های سخت افزاری، و نرم افزاری دارد که در زمینه های مختلف در متالورژی مورد استفاده قرار می گیرند.

الف - سیستم های سخت افزاری

آشنایی با سیستم های سخت افزاری که در سطوح مختلف در متالورژی بکار میروند:

- کامپیوترهای شخصی (PC).

- شبکه ای از ریزپردازنده ها، Work Station، مینی کامپیوتر - Main Frame.

- ترمینالهای گرافیکی برای ارتباط، نمایش و انتقال اطلاعات.

ب- آشنایی با سیستم های عامل.

ج- آشنایی با زبانهای برنامه نویسی متداول در کاربردهای علمی و صنعتی.

### ۲ - مبانی مدل سازی:

الف - مدل سازی هندسی

به دلیل اهمیت مدل سازی هندسی (Geometric Modeling) در طراحی و ساخت به کمک

کامپیوتر CAD/CAM و آنالیز مهندسی به کمک کامپیوتر CAE، این بخش اختصاص به

مفاهیم و اهمیت مدل سازی هندسی و روشهای مختلف آن دارد. و مطالب زیر را در بر می گیرد:

- مدل های قابی (Wire Frame model).

- مدل های سطحی (Surface model).

- مدل های حجمی (Solid model) شامل مدل سازی به روش CSG و محیطی.

ب - مدل سازی ریاضی و روشهای عددی، مدل های ریاضی در زمینه های مهندسی مواد، روشهای حل

عددی FEM, FDM، مونت کارلو.



- ۳- طراحی و تولید به کمک کامپیوتر CAD/CAM - آنالیز مهندسی به کمک کامپیوتر (CAE) - شبیه‌سازی فرآیندهای متالورژی و مواد.
- ۴- هوش مصنوعی و نرم‌افزارهای خبره AI/Expert System .
- ۵- کاربرد کامپیوتر در تجزیه و تحلیل آزمایشات، رسم دیاگرامهای فازی و پایداری - آنالیز حرارتی - آزمایشات مکانیکی - متالوگرافی - خوردگی.





## اصول متالوگرافی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۱

مقدمه:

متالوگرافی و اهمیت آن در متالورژی، روشهای تهیه نمونه بروش مکانیکی، تهیه نمونه بروش شیمیایی، روشهای مدرن تهیه سطح از قبیل استفاده اشعه یونی برای پولیش اجسام مرکب، استفاده از اشعه لیزر برای آماده کردن سطح، روشهای مختلف اچ نمونه (مکانیکی، شیمیایی، فیزیکی)، میکروسکپ نوری تصویر در میکروسکپ نوری، عیوب میکروسکپ نوری، میکروسکپ درجه حرارت بالا، میکروسکپ پولاریزان، روش بوجود آمدن تصویر در میکروسکپ پولاریزان، عیوب میکروسکپ، مقدمه ای در رابطه با میکروسکپ الکترونی Scanning، بوجود آمدن تصویر در میکروسکپ Scanning.

## پلیمرها

تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص مکانیکی مواد ۱



سرفصل دروس:

خواص و مشخصات پلیمرها بلحاظ شیمیایی، فیزیکی، حرارتی و مکانیکی، دسته بندی پلیمرها از نظر ساختمانی، پلیمرهای طبیعی، فرآیندهای پلیمریزاسیون، وزن مولکولی پلیمرها و روشهای اندازه گیری آن. معرفی و بررسی ترکیبات مختلف پلیمری، روشهای سنتز پلیمرها، مکانیزم تجزیه در پلیمرها، روشهای آنالیز ریزساختار پلیمرها، خواص مکانیکی، الکتریکی و حرارتی پلیمرها، بررسی مشخصات و فرآیند تولید چند پلیمر صنعتی مهم.

کامپوزیت های سرامیک - پلیمر، کامپوزیت های فلز - پلیمر.

منابع:

1. Principles of Polymer Systems

F. Rodriguez.

2. Introduction to Physical Polymer Science

L. H. Sperlin.

## زبان تخصصی مهندسی مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

سرفصل دروس:

در این درس ضمن مطالعه قسمتهای برگزیده از کتابها و مقالات انگلیسی مربوط به مهندسی مواد و متالورژی به اقتضای گرایش مربوطه، توانایی دانشجویان در موارد خواندن و شنیدن و درک سریع مطلب، آشنایی با لغت‌ها و اصطلاحات تخصصی، ارائه کتبی و یا شفاهی مطالب به زبان انگلیسی تقویت می‌شود. ترجمه متون فنی تخصصی و تهیه گزارش فنی به زبان انگلیسی نیز در این درس می‌تواند گنجانده شود.

## کنترل کیفی مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: تئوری

پیشنیاز: بیش از ۱۰۰ واحد

- ۱- اصول کنترل کیفیت و کنترل فرآیند.
- ۲- مفاهیم کیفیت و روشهای آماری.
- ۳- مدیریت کیفیت فراگیر.
- ۴- مدیریت کیفیت و سیستم تضمین کیفیت.
- ۵- استانداردهای سری ISO 9000 و کاربرد آنها در صنایع متالورژی.
- ۶- کامپیوتر و کنترل کیفیت.
- ۷- کاربرد پنج سین در صنایع متالورژی.
- ۸- نقش کالیبراسیون در کنترل کیفیت.
- ۹- نقش عوامل انسانی بر کیفیت محصول نهایی.
- ۱۰- مفاهیم چرخه QC.
- ۱۱- مقدمه‌ای بر CEDAC.
- ۱۲- روشهای کاهش هزینه‌های لازم جهت اعمال روشهای کنترل کیفیت.
- ۱۳- کاهش عیوب با استفاده از روشهای کنترل کیفیت آماری.
- ۱۴- کنترل کیفیت در تولید مواد و فلزات غیر آهنی - مواد سرامیکی.
- ۱۵- کنترل کیفیت در تولید قطعات فولادی و چدنی بروش ریخته گری.
- ۱۶- کنترل کیفیت در روشهای شکل دادن فلزات و محصولات تولید شده توسط این روش.
- ۱۷- کنترل کیفیت در عملیات حرارتی.
- ۱۸- کنترل کیفیت در جوشکاری.
- ۱۹- آزمایشات مخرب و غیر مخرب در متالورژی.

## آلیاژهای غیر آهنی



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

سرفصل دروس:

آلیاژهای مس: تعریف مس صنعتی خالص، تاثیر گازها روی خواص مکانیکی، مرض تپدروژن، تاثیر ناخالصی‌ها روی مس خالص، خواص مکانیکی مس، کاربرد مس - برنج، برنج های مخصوص، ورشو (خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی برنج و کاربرد آن) - برنزه های قلع، برنزه های آلومینیوم (خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها) - سایر آلیاژهای مهم مس (خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها).

آلومینیوم و آلیاژهای آن: انواع کالاهای آلومینیومی، تاثیر گازها روی آلومینیوم، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها، آلیاژهای آلومینیوم که عملیات حرارتی روی آنها انجام می‌گیرد.

سرب و آلیاژهای آن - روی و آلیاژهای آن: خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها - انواع لحیم ها، آلیاژهای چاب، آلیاژهای یاتاقان.

نیکل و آلیاژهای آن - منیزیم و آلیاژهای آن: خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، اشاره ای به خوردگی و کاربرد آنها - سایر آلیاژها مهم.

آلیاژهای پایه نیکل، خواص فیزیکی و مکانیکی و عملیات حرارتی آنها.

## روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد



تعداد واحد: ۲

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: بیش از ۸۰ واحد

سرفصل دروس:

اندازه گیری حرارت: نقاط استاندارد، ترموکوپلها، قوانین ترموالکتریک اندازه ترموکوپلها، انتخاب ترموکوپلها، انتقال ترموکوپلها، لوله های محافظ، پیرومترهای تشعشعی کاربرد و حدود کار آنها، پیرومترهای چشمی و کاربرد و حدود کار آنها، گرماسنجهای مقاومتی، گرماسنجهای سیستم بر، رده بندی آنها، گرماسنجهای دو فلزی، گرماسنجهای مایع بر همیشه ای.

اندازه گیری فشار: عناصر اندازه گیری مکانیکی، اندازه گیری فشار مطلق، اختلاف فشار، مانومترها، فشارسنجهای دیاگرامی، نرم و فنری، فشار سنج بورین، خلاء سنج ها، خلاء سنج نودس، فشار سنج هدایت حرارتی، فشار سنج ویسکومتری چرخشی، خلاء سنج یونیراسیونی، خلاء سنج اشعه آلفا، فشار سنج های الکتریکی، فشار سنج های مقاومتی - اندازه گیری جریان، جریان سنجهای فشاری، جریان سنجهای اختلاف فشاری، جریان سنجهای فشاری برقی، جریان سنجهای نوع کرل، لوله کرل، جریان سنجهای نوع سطحی، روتاترها، نوع پیستونی، جریان سنجهای دورانی، جریان سنجهای سری.

اندازه گیری سطح مایع: روش مستقیم، شناور توپی، هیر شناور، نوع مغناطیسی، نوع جابجا شونده، روش هیرواستاتیکی، نوع مانومترهای جیوه ای، مانومترهای غیر هوایی، اندازه گیری بر مبنای تشعشع الکترومغناطیسی، بر مبنای جریان و ولتاژ، بر مبنای انرژی حرارتی و مکانیکی، اندازه گیری pH، اندازه گیری بروش پتاسیومتری، اندازه گیری کپتت های فیزیکی، کنترل رطوبت بر گازها و جامد است.

## آزمایشگاه روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد

تعداد واحد: ۱

نوع واحد: عملی

هم نیاز: روشهای اندازه گیری در مهندسی مواد



رئوس آزمایش ها:

اندازه گیری برجه حرارت با استفاده از ترموکوپل، پیرومتر، ترمومتر و سایر دستگاهها، اندازه گیری برجه حرارتهای بالا، اندازه گیری دماهای زیر صفر، کالپیره کردن ترموکوپل و دستگاههای دیگر اندازه گیری برجه حرارت، محاسبه درصد خطا، اندازه گیری فشار گازها با استفاده از فشارسنج های مختلف، اندازه گیری خلاء، اندازه گیری فشار و کشش اعمالی بر جامدات با استفاده از وسایل و دستگاههای مختلف.

اندازه گیری پتانسیل و جریان، کالپیره کردن پتانسیومتر، اندازه گیری pH،

اندازه گیری سرعت بر فرآیندهای مربوط به مهندسی مواد، اندازه گیری فرکانس، استفاده از اسپلوسکوپ،

اندازه گیریهای میکروسکپی بر مطالعات ساختاری مواد، اندازه گیری ویسکوزیته بر مایعات و مذاب ها،

اندازه گیریهای مربوط به سطوح جامدات،

اندازه گیری شدت مغناطیسی، هدایت الکتریکی، هدایت حرارتی مواد، اندازه گیری گرمای ویژه،

آزمایش های دیگر مربوط به اندازه گیری کیت های مختلف در مهندسی مواد،

آزمایش ها بر اساس روشهای استاندارد بین المللی برنامه ریزی و اجرا می شود.

## دروس تخصصی گرایش سرامیک

<u>پیشنیاز</u>	<u>تعداد واحد</u>	<u>ف: دروس تخصصی اجباری</u>
شیمی فیزیک مواد	۲ واحد	۱- ساختار سرامیکها
ترمودینامیک مواد ۱	۳ واحد	۲- سینتیک مواد
خواص فیزیکی مواد ۲	۲ واحد	۳- روش های آنالیز و شناخت مواد سرامیکی
همزمان با درس	۱ واحد	۴- آزمایشگاه روش های شناخت
پدیده های انتقال، فیزیک ۲	۲ واحد	۵- خواص الکتریکی و نوری سرامیکها
خواص فیزیکی مواد ۲	۲ واحد	۶- مواد دیرگداز
فرایند ساخت سرامیکها III		
همزمان با درس	۱ واحد	۷- آز - مواد دیرگداز
خواص فیزیکی مواد ۱	۳ واحد	۸- تئوری شیشه
ساختار سرامیکها		
همزمان با درس	۱ واحد	۹- آزمایشگاه شیشه
فرایند ساخت سرامیکها III	۲ واحد	۱۰- تئوری پرسلانها (چینی ها)
همزمان با درس	۱ واحد	۱۱- آزمایشگاه پرسلانها (چینی ها)
کریستالوگرافی	۲ واحد	۱۲- فرآیند ساخت سرامیکها I
همزمان با درس	۱ واحد	۱۳- آزمایشگاه فرآیند ساخت I
فرایند ساخت سرامیکها III	۲ واحد	۱۴- فرآیند ساخت سرامیک ها II
همزمان با درس	۱ واحد	۱۵- آزمایشگاه فرآیند ساخت II
بیش از ۱۰۰ واحد	۱ واحد	۱۶- انتقال مطالب علمی و فنی





۱۷ - فرآیند ساخت سرامیکها III	۲ واحد	پدیده‌های انتقال، خواص فیزیکی مواد ۲
۱۸ - آزمایشگاه فرآیند ساخت III	۱ واحد	همزمان با درس
۱۹ - خواص حرارتی سرامیکها	۲ واحد	پدیده‌های انتقال، فیزیک ۲ و ساختار سرامیکها
	جمع ۳۲ واحد	

**ف: دروس تخصصی انتخابی**

<u>پیشنیاز</u>	<u>تعداد واحد</u>	
فرآیند ساخت سرامیکها III	۲ واحد	۱ - فیزیک و شیمی سیمان
همزمان با درس	۱ واحد	۲ - آزمایشگاه سیمان
تئوری شیشه	۲ واحد	۳ - تئوری لعاب ها *
همزمان با درس	۱ واحد	۴ - آزمایشگاه لعاب *
فرآیند ساخت سرامیکها III و تئوری لعابها	۲ واحد	۵ - سرامیکهای ساختمانی *
خواص مکانیکی مواد، ساختار سرامیکها، فرآیند ساخت سرامیکها III	۲ واحد	۶ - خواص مکانیکی سرامیکها
خواص الکتریکی و نوری سرامیکها	۳ واحد	۷ - الکتروسرامیک ها *
شیمی عمومی	۳ واحد	۸ - شیمی تجزیه دستگاهی و آزمایشگاه
شیمی عمومی و فیزیک ۲	۳ واحد	۹ - فیزیک مدرن *



خواص مکانیکی سرامیکها	۳ واحد	۱۰ - سرامیکهای مهندسی
مبانی برنامه‌ریزی و بیش از ۱۰۰ واحد	۲ واحد	۱۱ - کاربرد کامپیوتر (در سرامیک) *
بیش از ۱۰۰ واحد	۲ واحد	۱۲ - مواد پیشرفته
کریستالوگرافی (با تمرین)	۲ واحد	۱۳ - کانی شناسی *
کریستالوگرافی، پدیده‌های انتقال، سینتیک مواد	۲ واحد	۱۴ - اصول رشد بلور
فرایند ساخت سرامیکها III	۲ واحد	۱۵ - سراموگرافی و آزمایشگاه *
روشهای آنالیز و شناخت مواد سرامیکی		
خواص مکانیکی	۲ واحد	۱۶ - متالوژی پودر
سرامیکها و خواص فیزیکی مواد ۲		
پدیده‌های انتقال -	۲ واحد	۱۷ - اصول طراحی و کوره‌های صنعتی *
ترمودینامیک مواد ۱، سوخت و انرژی		
ترمودینامیک مواد ۱	۳ واحد	۱۸ - خوردگی و اکسیداسیون
بیش از ۸۰ واحد و برنامه‌نویسی کامپیوتر	۲ واحد	۱۹ - اقتصاد و مدیریت صنعتی
شیمی عمومی و آز فرایند ساخت I	۲ واحد	۲۰ - شیمی کلوئیدی *
بیش از ۸۰ واحد و زبان ۲	۲ واحد	۲۱ - زبان تخصصی *
خواص مکانیکی مواد ۱	۲ واحد	۲۲ - علم و فرآوردی پلیمرها



خواص فیزیکی مواد ۲

خواص فیزیکی مواد ۲	۲ واحد	۲۳ - متالورژی سطح
فیزیک ۲	۳ واحد	۲۴ - فیزیک جامدات
شیمی عمومی ۱	۲ واحد	۲۵ - تغلیظ مواد معدنی *
همزمان با درس	۱ واحد	۲۶ - آزمایشگاه تغلیظ مواد معدنی
الکتروسرامیکها I	۱ واحد	۲۷ - آزمایشگاه الکترو سرامیکها
" " "	۲ واحد	۲۸ - الکتروسرامیکها II
ترمودینامیک ۱	۲ واحد	۲۹ - سوخت و انرژی

توضیح ۱ - دانشجویان تا سقف تعداد واحدهای دوره کارشناسی بایستی دروس تخصصی انتخابی را به انتخاب خود و دانشکده بگذرانند. (۱۵ واحد با انتخاب دانشکده، ۵ واحد با اختیار دانشجو)

توضیح ۲ - دروس ستاره دار دروسی است که کمیته برنامه ریزی برای برنامه الگو تا سقف ۱۴۰ واحد پیشنهاد می کند.



## ساختار سرامیکها

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: شیمی فیزیک مواد

هم‌نیاز: خواص فیزیکی مواد ۲



### سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر ساختار اتم و انواع اتصالات بین اتم‌ها و مولکول‌ها، نیروهای جاذبه و دافعه و انرژی پتانسیل بین یک جفت اتم، انواع جامدات از نظر نوع اتصال، قوانین حاکم بر ساختار جامدات (قوانین پاولینگ) محاسبه انرژی شبکه برای جامدات یونی، ساختارهای اکسیدی مهم (نمک طعام، بلندروی، کلرید سزیوم، پرووسکایت، اسپینل، فلوتوریت، آنتی فلوتوریت، وور تزیت، کوراندوم) وجوه اشتراک ساختارهای اکسیدی، ساختارهای فرعی و انواع آن، انواع ساختارهای سیلیکاتی، توضیح بیشتر در مورد سیلیکات‌های ورقه‌ای (ساختار کائولینیت، پیروفیلیت، میکا، مونت موری لونیت‌ها، کلریت‌ها...) ساختارهای دیگر (گرافیت، گیبیست، نیتریدها، کاربیدها) پدیده پلی مرفیسم و ترمودینامیک و کینتیک آن، انواع استحاله‌های پلی مرفیک، ساختارهای آمرف (شیشه‌ای)، شرایط ترمودینامیکی و کینتیکی تشکیل شیشه، قوانین زاکاریاسن برای تشکیل شیشه، تئوری‌های مختلف ساختاری شیشه‌ها، نقش اکسیدهای مختلف در ساختار شیشه (شبکه ساز، واسطه، دگرگون‌ساز) ساختار  $SiO_2$  آمرف و شیشه‌های چند جزئی، مفهوم نسبت اکسیژن به شبکه ساز و ارتباط آن با ساختار و خواص شیشه‌ها، عیوب و نواقص در جامدات بلوری و اثر آن بر خواص (عیوب نقطه‌ای، خطی، سطحی)، روش نمایش عیوب نقطه‌ای (روش *Kroger - Wink*)، محلول‌های جامد و قوانین ترمودینامیکی حاکم بر آنها، انواع محلول‌های جامد، استحاله‌های *disorder order* در سرامیکها، جامدات غیر

استوکیومتری، اثر عوامل مختلف بر غیر استوکیومتری، نابجائی‌ها، انواع و اثر آن بر خواص، مرزدانه‌ها، سطوح و سطوح مشترک و اثر آنها بر خواص سرامیک‌ها.

### منابع:

- 1 - *Nature of the chemical bond* L. Pauling
- 2 - *An Introduction to crystal chemistry* R.C. Evans
- 3 - *Phase transformations in solids* R. Smoluchowski , J.E. Mayer
- 4 - *Introduction to ceramics* W.D. Kingery , H.K. Bowen , D.R. Uhlmann
- 5 - *The chemistry of Imperfect crystals* F.A. Kroger.
- 6 - *Structural Inorganic Chemistry* A.F.Wells



## روشهای آنالیز و شناخت مواد سرامیکی

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۲

هم نیاز: ساختار سرامیکها



### سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر ارتباط خواص و ریزساختار، تقسیم‌بندی روش‌های آنالیز و شناخت، خواص اشعه ایکس، تولید، جذب و اثرات مختلف اشعه ایکس در برخورد با ماده جامد، ایمنی اشعه ایکس، آنالیز مینرالی با روش *XRD*، محدودیت‌های روش دیفراکتومتری، اسپکترومتری اشعه ایکس، آنالیز کمی با روش *XRF*، مقایسه با سایر روش‌های آنالیز عنصری، روش‌های آنالیز حرارتی، روش‌های *DTA/TGA* و دیلاتومتری، اثر متغیرهای مختلف کاربردهای سرامیکی، روش‌های میکروسکوپی مطالعه ریزساختار، میکروسکوپ اپتیکی، تهیه نمونه‌های سرامیکی، میکروسکوپ *SEM*، اساس کار دستگاه، برخورد الکترون با ماده جامد، کاربرد در سرامیکها، روش *EPMA*، آنالیز عنصری توسط *EDS*، روش *TEM*.

### منابع

- 1 - *Elements of X-ray Diffraction by B.D. Callity*
- 2 - *Physicochemical Methods of Mineral Analysis A.W. Nicol*
- 3 - *Thermal Analysis T. Danniell*

## آزمایشگاه روشهای شناخت

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز:

هم‌نیاز: درس روش‌های آنالیز و شناخت مواد سرامیکی



سرفصل درس:

TGA / DTA

آشنایی با روش آنالیز حرارتی

X - RAY Diffraction (XRD)

آشنایی با کار و بررسی الگوهای اشعه X

X - RAY Fluorescence (XRF)

آشنایی با کار دستگاه و آنالیز نمونه‌های سرامیکی از این طریق

- میکروسکوپ نوری

SEM / EDS

- میکروسکوپ الکترونی

## خواص الکتریکی و نوری سرامیکها

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: فیزیک ۲، پدیده‌های انتقال

هم‌نیاز: ساختار سرامیکها



### سرفصل درس:

تئوری کلاسیک و کوانتومی الکترون‌ها - طیف انرژی در اتم، بندهای انرژی در فلزات، نیمه هادی‌ها و عایق‌ها -  
 آمار توزیع الکترون‌ها - هدایت الکتریکی در فلزات، مواد نیمه هادی و عایق‌ها - اثر انحراف از استوکیومتری در هدایت  
 الکتریکی مواد عایق - اثر ریزساختار بر هدایت الکتریکی - جذب - عبور و انعکاس نور در مواد بلوری و شیشه‌ای -  
 مکانیزم ایجاد رنگ، پدیده‌های فسفرسانس و لومینسانس، اندیس شکست - اثر خصوصیات ساختمان بر خواص  
 نوری.

### منابع:

- 1 - *Introduction to Solid State Physics* C.K Kittel
- 2 - *Introduction to Ceramics* W.A. Kingery, H.K. Bowen, D.R. Uhlman
- 3 - *Electronic Progress in ionic Crystals* N.F. Mott R.W. Gurney
- 4 - *Physics of Electronic Ceramics* L.L. Herch D.B. Dove



## مواد دیرگداز

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: فرآیند سافت سرامیکها III و خواص فیزیک مواد ۲

هم نیاز: -



### سرفصل درس:

تعریف دیرگدازها و انواع آن - خواص مهم دیرگدازها و طرز اندازه گیری آنها از جمله (دیرگدازی، استحکام فشاری و خمشی سرد و گرم، ثبات ابعاد، مقاومت در برابر شوک حرارتی، هدایت حرارتی، مقاومت در برابر خوردگی، دانستیه و تخلخل، انبساط حرارتی ...)

روش ساخت انواع دیرگدازهای مهم از جمله سیلیسی، آلومینوسیلیکاتی، آلومینائی، مگنزیتی، دولومیتی، مگنزیتی - کرمیتی و برخی دیرگدازهای ویژه از جمله کربن و سیلیکون کاربیدی شامل انواع مواد اولیه، آماده سازی، روش شکل دادن و پختن، واکنش‌های انجام شده در مرحله پخت با تکیه بر اثر هر کدام از عوامل فوق (از جمله نوع ماده اولیه، اندازه ذرات، روش شکل دادن، مواد اضافه شونده، جزئیات مرحله پخت) بر خواص نهایی قطعه همراه با دیاگرامهای دوتائی و سه تائی هر کدام از دیرگدازهای فوق که در مرحله پخت یا در رابطه با خواص دارای اهمیت است - تاکید بر نوع فازهای موجود آمده و ریز ساختار در هر کدام از دیرگدازها برحسب شرایط پروسس و اثر آن بر خواص کاربردی.

منابع:

- 1 - دیرگذازها، خواص، انواع، کاربرد. انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی شریف
- 2 - *Refractories Production & Properties J.H. Chesters*
- 3 - *Refractories F.H. Norton.*
- 4 - *The Technology of ceramics and refractories by Budnikov*



## آزمایشگاه دیرگداز

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز :

هم‌نیاز : دیرگداز



### سرفصل درس

- ساخت شاموت از رس‌های دیرگداز ایرانی و تعیین جذب آب آن - مطالعه تغییرات رخ داده شده در حین حرارت دادن رس

با *DTA* و *TG*

- ساخت ساگار شاموتی شامل دانه‌بندی شاموت، مخلوط کردن آن با رس و تهیه دوغاب مناسب، ریخته‌گری، خشک‌کردن

و پخت، اندازه‌گیری استحکام خمشی خام و پخت دانسیته و تخلخل نمونه پخته‌شده، تعیین مقاومت شوک پذیری،

تعیین دیرگدازی تحت بار.

- ساخت یک نوع عایق شاموتی با استفاده از روش سوختنی یا کفی یا شیمیایی شامل فرمولاسیون، پرس یا ریخته‌گری،

خشک‌کردن و پخت، اندازه‌گیری استحکام فشاری و تعیین دانسیته و تخلخل و هدایت حرارتی و انقباض بعد از پخت.

- ساخت یک جرم ریختنی یا کوبیدنی با استفاده از اسید فسفریک یا سیمان آلومینا بالا یا سایر باندهای شیمیایی شامل

فرمولاسیون، تعیین میزان آب مورد نیاز، ریخته‌گری یا کوبیدن تعیین استحکام در برابر زمان و دما، تعیین دیرگدازی.

## منابع

1. P.P Budnikov, *The Technology of Ceramics and refractories*, Translation by Scripta Technica, M.I.T Press, 1964.
2. J.F Wygant , "cementitious bonding in ceramic fabrication" in *ceramic Fabrication processes* (W.D.Kingery, ed.) M.I.TPress PP.171-188 , 1958



## تئوری شیشه

تعداد واحد : ۳

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد ۱، ساختار سرامیکها

هم‌نیاز: خواص الکتریکی و نوری سرامیکها



### سرفصل درس:

تعریف شیشه، تئوری‌های مختلف تشکیل شیشه، تئوری‌های مختلف ساختار شیشه‌ها، انواع شیشه‌ها از نظر نوع اتصال و ترکیب، شیشه‌های سودالایم و قوانین تشکیل آنها، نقش اکسیدهای مختلف در شیشه‌های سودالایم، فاکتورهای مهم در ساخت شیشه‌ها، خواص فیزیکی مهم شیشه‌ها و اثر عوامل مختلف از جمله دما، تاریخچه حرارتی و ترکیب بر آنها (ویسکوزیته، ضریب انبساط حرارتی، هدایت حرارتی، گرمای ویژه دانستیته، کشش سطحی)، مفهوم تنش‌های موقت و دائم در شیشه‌ها و اثر آن بر خواص، مقاومت شیشه در برابر شوک حرارتی و اثر عوامل مختلف بر آن، فرمول‌های رهائی تنش در شیشه‌ها، تئوریهای مختلف انیل (تنش زدائی) شیشه‌ها، روش‌های افزایش استحکام شیشه‌ها (حرارتی و شیمیائی)، فرآیندهای redox در شیشه‌ها و اثر عوامل مختلف بر تعادل redox، رنگ و رنگ‌بری در شیشه‌ها، تصفیه و گاززدائی شیشه‌ها، خواص اپتیکی شیشه‌ها.

اثر عوامل مختلف بر فرآیند ذوب شیشه‌ها (نوع ماده اولیه، اندازه دانه، مخلوط شدن، عوامل فرعی)، منحنی‌های مربوط به اپتیمم زمان ذوب، واکنش‌های مختلف در حین ذوب همراه با مکانیزم و کینتک واکنش، نقش عوامل مختلف (دما، اتمسفر، اندازه ذرات) بر پروسس‌های انجام شده در حین ذوب، نقش سولفات‌ها، انحلال جامدات در مذاب و اثر عوامل مختلف بر آن - انحلال و خروج گازها و اثر عوامل مختلف بر آن، نحوه جریان سیال در کوره و مسیرهای حرکت، تاثیر کنوکسیون طبیعی و اجباری بر پروسس ذوب، انواع کوره‌های ذوب، انواع روش‌های شکل دادن شیشه‌ها،

نحوه آنیل و منحنی‌های مربوطه.

### منابع:

- 1 - *The Handbook of Glass Manufacture Vol I,II, F.V. Tooley.*
- 2 - *Glass Science R.H. Doremus.*
- 3 - *Technology of glass & ceramics J.Hlavac.*
- 4 - *Chemistry of Glass A. Paul*
- 5 - *Properties of Glass G.W. Morey.*
- 6 - *Glass Chemistry W. Vogel.*
- 7 - *Nucleation & Crystallization in Glass, Advances in Ceramics D.R. Uhlmann*  
*G.H. Beall*



## آزمایشگاه شیشه

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز: —

هم‌نیاز: درس تئوری شیشه



### سرفصل درس:

فرمولاسیون شیشه‌های مختلف و اندازه‌گیری خواص آنها از جمله ویسکوزیته در حالت مذاب و جامد - اندازه‌گیری ضریب انبساط حرارتی و  $TG$  با دیلاتومتر - اندازه‌گیری استحکام نمونه‌های شیشه‌ای قبل و بعد از عملیات حرارتی (اندازه‌گیری مقاومت خمشی قبل و بعد از  $temper$  حرارتی) اندازه‌گیری ضریب شکست و  $transmittance$  شیشه برای طول موجهای مختلف و رسم منحنی  $Transmittance$  برحسب  $\lambda$  - اندازه‌گیری سختی شیشه، بررسی جدایش فازی و کریستالیزاسیون شیشه‌ها با کمک  $XRD$ ،  $DTA$  و روش‌های میکروسکوپی.

## تئوری پرسلان‌ها (چینی‌ها)

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: فرایند سافت سرامیکها III

هم‌نیاز: —



### سرفصل درس:

تعریف پرسلان (چینی) و مقایسه خواص فیزیکی و شیمیائی انواع بدنه شامل بافت، فازهای تشکیل دهنده، رنگ بعد از پخت، پشت نمائی (ترانسلوسنسسی)، شفافیت، استحکام، انقباض، ضریب انبساط حرارتی و مقاومت شیمیائی بررسی تغییرات خواص فیزیکی و شیمیائی بدنه‌ها در ارتباط با تغییر درصد مواد اولیه مصرفی (کائولین، فلدسپات، کوارتز) در بدنه شامل بهبود استحکام مکانیکی، افزایش مقاومت شیمیائی، بهتر کردن پشت‌نمائی فازهای تشکیل دهنده بدنه، اهمیت فاز مولایت، چگونگی افزایش مولایت ثانویه، اثر دانه‌های کوارتز در به وجود آمدن مولایت ثانویه، روش‌های بهبود خواص فیزیکی.

موقعیت بدنه‌ها در سیستم‌های سه تائی  $SiO_2 - Al_2O_3 - K_2O$  و کائولین - فلدسپات - کوارتز.

انواع بدنه شامل چینی نیمه زجاجی (*Semi - Vitrous China*) چینی سخت استاندارد، چینی هتل، چینی الکتریکی فشار قوی، چینی آزمایشگاهی، چینی پخت و پز، چینی زجاجی (*Vitreous China*)، چینی بهداشتی، ظروف سفره، چینی دندان و چینی استخوانی (*Bone China*).

تاریخچه، تقسیم‌بندی، کاربرد آنالیزمینرالی، آنالیز شیمیائی، مواد اولیه مصرفی، آماده سازی، شکل دادن با مروری بر روانسازی، مونتاژ، خشک کردن، پرداخت، لعاب زدن، پخت و دمای پخت، دکوراسیون، پخت دکور، بسته‌بندی و فروش. معایب در قسمت‌های مختلف خط تولید و تولیدکننده‌های داخلی و مقدار تولید سالانه.



منابع :

۱ - موسسه استاندارد ایران ۱۱۶۴ (ظروف چینی غذاخوری)

2- *Fine Ceramics by F.H.Norton*

3- *Elements of Ceramics by F.H.Norton*

4- *Pottery Science by A.Dinsdale*

5 - *White Wares by W.Ryan and C.Radford*

۶- م. متین و ا. رحیمی تکنولوژی سرامیکهای ظریف جلد اول



## آزمایشگاه پرسلان ها (چینی ها)

تعداد واحد : ۱ نوع واحد : عملی

پیشنیاز: —

هم نیاز: درس پرسلان ها



### سرفصل درس:

A) آماده سازی یکی از بدنه های زیر و انجام آزمون های مربوطه:

بدل چینی (ارتن ور) شامل محاسبات مربوط به تعیین درصد مواد اولیه لازم جهت آمیز (ترکیب) مشخص بدنه ، آماده سازی مواد اولیه ، مخلوط نمودن ، ساختن دوغاب و گل پلاستیک از مواد اولیه ، شکل دادن به روش ریخته گری دوغابی ، جیگر ، جولی ، خشک کردن ، پخت بیسکویت ، لعاب زدن ، پخت لعابی و دکوراسیون ، آزمون های خواص فیزیکی شامل مقاومت مکانیکی در حالت خام و پخت، تخلخل، تست اتوکلاو در ارتباط با انبساط رطوبتی بدنه لعاب شده و پخته شده.

چینی سخت استاندارد، چینی الکتریکی فشار قوی ، چینی پخت و پز ، چینی بهداشتی و چینی نرم ویژه ظروف سفره.

اندازه گیری خواص فیزیکی (جهت مقایسه بدنه ها با یکدیگر) شامل پلاستیسیته به روش ففرکورن، استحکام خمشی خام و پخت، انقباض خام (خشک)، پخت و کل ، PH قبل و بعد از روان سازی، روان سازی ، وزن لیتر قبل و بعد از روان سازی، تخلخل بدنه پخته، درصد مانده روی الک ۱۷۰ مش، مقاومت پخت، ضریب انبساط حرارتی بدنه پخته، آنالیز مینرالی بدنه پخته (با به کارگیری پرتونگاری ایکس).

## فرایند ساخت سرامیکها I

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: کریستالوگرافی

هم‌نیاز: سافتار سرامیکها



سرفصل درس

الف - نظری سه واحد (۵ ساعت)

یادآوری ساختمان سیلیکاتها - ساختمانها و کاربرد مواد خام پلاستیک: کائولن، بال کلی، رس های استون ور، رسهای نسوز و رسهای قرمز. پلاستیسیته - عوامل موثر در تعیین پلاستیسیته رسها - جاننشینی ایزومرفی و تعویض کاتیونی - نقش تعویض کاتیونی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی رسها. ساختمان و کاربرد مینرالهای تالک، پیروفیلیت، میکا، ایلیت و کلریت. فلدسپار و مینرالهای گدازآور دیگر مثل نفلین سیانیت، کورنیش استون، اسپودومین، پتالیت، لپی دولولیت. مینرالهای سولفاتی: ژپس و باریت. سیلیکا، فلینت، کوارتزیت، آلومینا و سایر مواد حاوی سیلیکا و آلومینا: ولاستونیت، مولایت و گروه مینرالهای سلمانیت. مقدمه ای بر تغلیظ مواد اولیه - آماده سازی مواد اولیه: خرد کردن و نرم کردن با استفاده از خرد کننده های اولیه و ثانویه - مخلوط کردن و هم زدن مواد - روشهای تقلیل آب (فیلتر پرس، استفاده از نیروی گریز از مرکز، اسپرس درآینگ و غیره) - هواگیری مواد: پاگ میل - تعیین دانه بندی به روشهای خشک و تر - محاسبات فرمولاسیون و تعیین دانسیته در بدنه های سرامیکی - مکانیزم خشک کردن - عوامل موثر در استحکام بدنه خام - تغییرات فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه بر اثر حرارت.

منابع

1- *Clays & Ceramic Raw Materials by Worrall*

2- *Fine Ceramics by Norton*

3- *Pottery Science by Dinsdale*

4- *The Effect of heat on Ceramics by FORD*



## آزمایشگاه فرآیند ساخت I



تعداد واحد : ۱

پیشنیاز : —

هم‌نیاز : فرآیند ساخت I

### سرفصل درس

- اندازه‌گیری درصد رطوبت، دانسیتهٔ پودر و پرت حرارتی خاکهای رسی ایرانی و خارجی (در صورت امکان به کمک TG)

- بررسی رنگ پس از پخت رس‌های مختلف

- اندازه‌گیری پلاستیسیته (با روش‌های ففر کورن، ریکه، آتربرگ) انواع رس‌ها و رسم دیاگرام‌های مربوط

- اندازه‌گیری سیالیت دوغاب‌های رسی ویسکومتر (ریزشی یا چرخشی) و آشنایی با روانسازی و بررسی کیفی اثر افزودن روانسازها

- ساخت نمونه‌های استحکام خمشی، انقباض و اندازه‌گیری استحکام و انقباض خشک و پخت نمونه‌های مختلف و مقایسه با یکدیگر

## فرآیند ساخت سرامیکها II

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: فرآیند ساخت سرامیکها I

هم‌نیاز: —



سرفصل درس:

**الف :** ۱ - تشریح فرآیند ساخت سرامیکها ۲ - اهمیت مرحله شکل دادن سرامیکها ۳ - ارتباط مرحله شکل دادن با سایر مراحل تولید ۴ - ارتباط مرحله شکل دادن با خواص نهائی قطعه ۵ - روشهای مختلف و شکل دادن و ویژگی های کلی آن

**ب :** ریخته گری دوغابی:

۱ - چکیده مطالب مربوط به مبحث ریخته گری دوغابی ۲ - توصیف کلی روشهای ریخته گری دوغابی (انواع روشها) ۳ - بررسی عوامل موثر در فرآیند ریخته گری دوغابی ۴ - ملاحظات رئولوژیکی ، تعریف رئولوژی و واژه های وابسته به آن ، برهم کنشهای ذره مایع ، اثر اندازه ذره ، شکل ذره ، غلظت حجمی و ... تئوری لایه مضاعف ، پایداری سوسپانسیونها بر اثر دافعه الکترواستاتیک و ... ۵ - ارتباط رئولوژی با آرایش نهائی ذرات و ریزساختار و خواص قطعه نهایی ۶ - توضیح مراحل ریخته گری (آماده سازی و بهبود و خواص دوغاب ، پمپاژ و هواگیری ، تهیه مدل ، قالب و مادر قالب و ... ) ۷ - عیوب ریخته گری ۸ - روش های ریخته گری نواری و الکتروفورز و کاربردهای آنها (اشاره ای)

**ج :** شکل دادن پلاستیک سرامیکها

۱ - اهمیت و کاربرد روش ۲ - مفاهیم کلی در رابطه با شکل دادن پلاستیک (رئولوژی مخلوطهای ویسکوز و مواد افزودنی ، اثر اندازه ذرات و عوامل دیگر بر پروسه ۳ - شکل دادن دستی و دستگاهی و تقسیم بندی آنها ۴ - اکستروژن جیگرینگ ، جولینگ ، موارد کاربرد ، ماشین آلات ، مثالهای عملی ، عیوب روشها ، ۵ - اشاره به روش شکل دادن تزریقی



و نکات مهم در این رابطه

د: شکل دادن بوسیله پرس

۱- اهمیت و کاربرد و وسعت کاربرد روش ۲- ملاحظات کلی در جهت حصول نتیجه مطلوب (اندازه ذرات، توزیع اندازه ذرات، مواد افزودنی، گرانولاسیون و ساخت گرانوله از روشهای مختلف، اثر گرانولاسیون بر خواص محصول، ارزیابی و کنترل گرانولها، بحث فشردگی ذرات و دانستیه و...)، اثر فشار بر فشردگی محصول ۳- انواع روشهای پرس (تک محور و ایزواستاتیک...) توصیف روش، مزایا، محدودیت ها، ابزارها، عیوب، راههای رفع و بهینه ساختن فشار و رطوبت و...  
تعریف *drybag*, *Wetbag* در ایزواستاتیک، مقایسه محصولات تک محور و ایزواستاتیک و توصیف دستگاهی هر مورد و انواع پرسهای صنعتی و موارد کاربرد آنها ۴- اشاره کلی پرس گرم و پرس ایزواستاتیک گرم و کاربردهای آنها.

منابع:

- 1 - *Rheology of ceramic system F. Moore*
- 2 - *Fabrication science proc. Brit. cram. soc.*  
(NO,3 Sep 65)
- 3 - *Fabrication science processes W.D kingry*
- 4 - *Treatise on materials Science and Technology Volume 9 by F.F.Y. Wang*
- 5 - *Modern ceramic Engineering*
- 6 - *Introduction to the principles of ceramic processing James J.Reed*
- 7 - *ceramic processing before firing George Y. onoda Jr Laray L. Hench*
- 8 - *ceramic Fabrication Processes W.D. Kingry*

## آزمایشگاه فرآیند ساخت II

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز : —

هم‌نیاز : فرآیند ساخت II



### سرفصل درس

- بررسی خواص فیزیکی گچ شامل: ماکزیمم نسبت گچ به آب، سیالیت، اثر افزودنیها (کند کننده و تندکننده‌ها) استحکام، گیرش، ضریب دیفوزیون، درصد تخلخل
- تهیه یک دوغاب و تنظیم خواص رئولوژیک آن، ریخته‌گری در قالب گچی و شکل دادن، اندازه‌گیری سرعت تشکیل جداره، اندازه‌گیری انقباض، اندازه‌گیری وزن جداره ریخته‌شده در قالبهای مختلف با نسبتهای گچ و آب متفاوت
- اندازه‌گیری ویسکوزیته و بررسی رفتار رئولوژیک دوغابهای رسی و غیر رسی
- اکستروژن و شکل دادن با چرخ کوزه‌گری
- بررسی اثر فشار بر دانسیته خام نمونه‌های پرس شده و بررسی اثر افزودن افزودنیها بر پرس پذیری



## فرآیند ساخت سرامیکها III

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: پریده‌های انتقال، خواص فیزیکی مواد ۲، سینتیک مواد

هم‌نیاز: فرآیند سافت سرامیکها II، خواص حرارتی سرامیکها



سرفصل درس:

### ۱) خشک کردن سرامیکها

تئوری خشک کردن - مراحل خشک کردن - تأثیر پارامترهای خارجی - تأثیر پارامترهای داخلی - پیگیری پروسه خشک کردن - روشهای خشک کردن - انواع خشک‌کن‌ها - خشک‌کن‌های اتاقکی خشک‌کن‌های تونلی - خشک‌کن‌های چرخ و فلکی - خشک‌کن‌های مادون قرمز - خشک‌کن‌های میکروویو - عیوب خشک کردن

### ۲) زینترینگ سرامیکها

تئوری زینترینگ - نیروی زینترینگ - کینتیک زینترینگ - مکانیزم‌های انتقال ماده - زینترینگ در فاز جامد - زینترینگ در حضور فاز مایع - پارامترهای زینترینگ - تأثیر ترکیب شیمیایی پودر - تأثیر مواد افزودنی زینترینگ - پارامترهای فیزیکی پودری - تأثیر منحنی توزیع دانه‌بندی پودر - تأثیر مورفولوژی دانه‌ها - تأثیر درجه آگلومراسیون پودر - تأثیر سطح مخصوص - تأثیر پارامترهای بدنه فرم داده شده - منحنی توزیع حفرات - تأثیر دانسیته خام - تأثیر اتمسفر زینترینگ - تأثیر دمای کلسیناسیون - واکنشهای فیزیکی و شیمیایی هنگام زینترینگ - بررسی پروسه زینترینگ - پخت پرسلان - پخت استیاتیت - تکنیکهای زینترینگ - زینترینگ در اتمسفرهای مختلف - زینترینگ در خلاء - زینترینگ تحت فشار - پرس گرم - پرس گرم ایزواستاتیک - زینترینگ واکنشی - کوره‌های زینترینگ -

کوره‌های هوفمان - کوره‌های تونلی - کوره‌های رولری - کوره‌های اتاقکی - کوره‌های شاتلی - کوره‌های آسانسوری -  
تکنیک پخت سریع - کنترل کوره‌ها ابزار آلات کوره‌ها - عیوب پخت

## منابع

- 1) R.W. Ford : "Ceramics Drying", Pergamon Press
- 2) J.E. Burke : "Progress in Ceramic Science", Vol. 3 Pergamon Press 1963
- 3) R.L. Coble : "Sintering Crystalline Solids" J. Applied Phisycs 32 (1961)787
- 4) Werner Schatt : "Grundlagen der Sintervorguenge" VDI- Verlag 1991
- 5) S.S. Singer : "Industrial Ceramics" Chapman & Hall, London

۶) ساختمان کوره‌های صنعتی ترجمه: جواد کلاهی عهد جدید - محمد رضا حداد

شرکت تحقیقات صنایع سرامیک ایران - ۱۳۷۱

۷) کوره‌های سرامیک: ترجمه: علی نمازی

مرکز نشر دانشگاهی - تهران - ۱۳۷۲

۸) کاربرد اشعه مادون قرمز و میکروویو در خشک کردن سرامیکها

ناشر: شرکت مهندسی سرامیک و شیشه ایران ۱۳۷۲



## آزمایشگاه فرآیند ساخت سرامیکها III

تعداد واحد: ۱

پیشنیاز: —

هم‌نیاز: درس فرآیند ساخت III



### سرفصل درس:

گروه‌های مختلف بدنه‌های مختلف استاتی، کوردیریتی، آلومینایی و سیلیکون کار باید ی را انتخاب می‌کنند و پس از انجام آزمایش‌های زیر، در دو جلسه آخر به مبادله و بحث نتایج همدیگر می‌پردازند.

- رسم منحنی سرعت خشک شدن بر حسب رطوبت برای قطعه پلاستیک یا پرسی

- اندازه‌گیری استحکام خام فشاری یا خمشی - اندازه‌گیری دانسیته خام

- بررسی اثر کمک خشک‌کن‌ها بر روی سرعت خشک شدن

- بررسی منحنی‌های پخت بدنه شامل استحکام در برابر دما، زمان، نوع اتمسفر، میزان کمک زینتر و نوع آن، فشار

پرس

- بررسی منحنی‌های رفتار حرارتی بدنه (Dilatometer - TG - DTA)

- بررسی ریز ساختار به کمک میکروسکوپ نوری و الکترونی

- بررسی الگوی اشعه X (XRD) پخته شده

- بررسی عیوب پخت در قطعات

## خواص حرارتی سرامیک

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: پدیده‌های انتقال، سافتار سرامیکها، فیزیک ۲

هم‌نیاز: -



### سرفصل درس:

مقدمه - تعریف و اهمیت خواص حرارتی در ساخت و کاربرد سرامیکها - گرمای ویژه - تعریف - وابستگی آن به ساختار و دما - تغییرات گرمای ویژه با ناخالصی‌ها و تغییرات پلی مرفیک - ضریب انبساط حرارتی :  
 تعریف - ضریب انبساط حرارتی شیشه‌ها و بلورها - وابستگی ضریب انبساط حرارتی به ساختار و دما - تغییر ضریب انبساط حرارتی در سرامیکهای بلوری با تغییر ساختار - انیزوتروپی ضریب انبساط حرارتی و اثرات آن - تغییر ضریب انبساط حرارتی شیشه‌ها با ترکیب و تاریخچه حرارتی - ضریب انبساط حرارتی بدنه‌های مرکب (چند فاز) و فرمول‌های محاسبه آن برحسب مقادیر هر فاز - تنش‌های حرارتی و علل آن - پروسس هدایت حرارتی - تعریف ضریب هدایت حرارتی - هدایت فوتونی و فونونی در مواد بلوری (تک فاز و چند فاز) و شیشه‌ای - اثر عوامل مختلف بر هدایت فوتونی و فونونی از جمله اثر دما و ترکیب و ساختار و دلایل آن - اثر ناخالصی‌ها - اثر ریزساختار بر هدایت حرارتی (فوتونی و فونونی)

### منابع :

1 - Introduction to Solid State Physics C. Kittel

2 - High temperature Oxides by A.M. Alpen

3 - *Introduction to cermics W.D.Kingery, H.K. Bowen , D.R. Uhlmann*

4 - *Ceramics Properties by Pampuch*



## فیزیک و شیمی سیمان

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: فرآیند سافت سرامیک ها III

هم نیاز: —



### سرفصل درس:

تعریف سیمان ، موقعیت انواع سیمان ها در دیاگرام های سه تایی  $CaO - SiO_2 - Al_2O_3$  ، تجزیه و تحلیل فازی دیاگرام سه تایی فوق، بررسی تحلیلی دیاگرام های  $CaO - SiO_2 - H_2O$  ،  $CaO - SiO_2$  مواد اولیه مناسب برای تولید سیمان: سنگ آهک، مارل و نوع آن سنگ آهن و مواد اضافی به سیمان ها. آماده سازی مخلوط مواد اولیه و سیستم های مختلف دپوسازی، تعریف مدول های مختلف سیمان نظیر  $LSF$  و  $SR$  و علت تعریف این مدول ها، درصد فاز مایع، ویژگی های مکانیکی و شیمیائی سیمان پرتلند و تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر آنها، روش های مختلف تولید سیمان، واکنش های انجام شده در کوره: هیدراسیون ، تکلیس، تشکیل فازهای مختلف، فرآیند زینتر و عوامل موثر بر این واکنش ها، مرحله خنک کردن و نقش آن، فازهای اصلی کلینکر و خواص آنها:  $C_3S$  و  $C_2S$  و  $C_3A$  و  $C_4AF$  معادله های کینتیکی متناسب کردن مواد اولیه برای حصول یکنواختی محصول و محاسبات مربوطه، روش های ارزیابی شیمیائی و فیزیکی جهت کنترل ترکیب سیمان، بررسی ریزساختاری سیمان پرتلند، محدوده ترکیب شیمیائی سیمان های سرباره ، پوزولان ، ضد سولفات ،  $fly\ ash$  ، اثر اندازه دانه و زمان بر استحکام و فرآیند تولید، عیوب و ضعف های محصول نهائی و بررسی علل هیدراسیون انواع سیمان ها، تئوری های گیرش سیمان و تجزیه و تحلیل واکنش های مختلف حین هیدراسیون، درصد آب مناسب برای سیمانها، تجزیه و تحلیل ریزساختاری مراحل

## هیدراسیون

محاسبات فرایند تولید سیمان پرتلند: کوره دوار، سرعت جریان مواد، مصرف انرژی، دستگاه‌های جنبی، نسوزکاری، موازنه حرارتی سیستم‌های تولید، انواع خنک کن‌ها. مواد چسبی دیگر: منیزیائی، سیلیکات سدیمی، فسفاتی.

## منابع:

- 1- G.C.Bye "Portland Cement" Composition, production and properties
- 2- P.Barnes "Structure and performance of cements"
- 3- Walter H.Duda "Cement data book"

۴- محمدرضا عزیزیان، "تکنولوژی پخت سیمان"

۵- محمدرضا عزیزیان، "سیمان"



## آزمایشگاه فیزیک و شیمی سیمان

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز: —

هم‌نیاز: فیزیک و شیمی سیمان



### سرفصل درس

الف) تهیه سیمان پرتلند آزمایشگاهی

- ۱- بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه مصرفی سیمان (کمی و کیفی)
- ۲- محاسبه درصد مواد اولیه (با آنالیز شیمیایی مشخص) لازم برای ساخت یک سیمان پرتلند (با مدول مشخص).
- ۳- آماده‌سازی مخلوط خام، بررسی و تأیید صحت عمل به کمک  $XRF$
- ۴- پخت و تبدیل مخلوط خام به کلینکر
- ۵- بررسی فازهای تشکیل شده در کلینکر به کمک  $XRD$
- ۶- بررسی فازهای تشکیل شده در کلینکر با میکروسکوپ نوری (بازتابی)

ب) بررسی خواص سیمان

- ۱- اندازه‌گیری وزن مخصوص به کمک بالن لوشاتلیه ( $Le\ Chatelier$ )
- ۲- تعیین آهک آزاد سیمان به روش شیمیایی (کمی) و انبساط
- ۳- اندازه‌گیری سطح مخصوص به روش بلین ( $Blaine$ )
- ۴- تعیین غلظت نرمال



- ۵- تعیین زمان گیرش و مدت زمان گرفتن سیمان
- ۶- تهیه ملات نرمال و آماده سازی نمونه‌های تست مکانیکی
- ۱-۶- اندازه‌گیری استحکام فشاری نمونه‌های تست فیزیکی ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه
- ۲-۶- اندازه‌گیری استحکام کششی نمونه‌های تست فیزیکی ۷، ۱۴ و ۲۱ روزه

### منابع :

۱- چرنین، و. (مترجم: عزیزیان، م.ر.)

"شیمی و فیزیک سیمان برای مهندسين راه و ساختمان"

ناشر: شرکت مهندسی و قطعات سیمان ایران تهران ۱۳۶۴ (چاپ اول)

۲- ارچارد، د.ف. (مترجم: فامیلی، ه؛ صدر کریمی، ج.)

"انواع سیمان و خواص آنها"

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، تهران ۱۳۶۶ (چاپ پنجم) نشریه ۹

۳- نویل، ا.م. (مترجم: فامیلی، ه.)

"بتن شناسی، خواص بتن"

جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران ۱۳۶۸ (چاپ اول)

۴- معاونت کانی غیر فلزی

"آموزش دوره اختصاصی آزمایشگاه صنعت سیمان"

چاپخانه وزارت صنایع، تهران ۱۳۶۳، شماره ۹۶



## تئوری لعاب

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: تئوری شیشه

هم‌نیاز: تئوری پرسلان‌ها



سرفصل درس:

4- لعاب

تعریف لعاب، خواص لعاب شامل ویسکوزیته، کشش سطحی، مدول الاستیسیته، خوردگی، کریستالیزاسیون، شفافیت، رنگ، مقاومت شیمیایی، شوک پذیری، از دست دادن سرب، انبساط حرارتی و نقش اکسیدها روی خواص لعاب.

ساخت لعاب شامل فرمول زگر، محاسبه آمیز (ترکیب) به کمک فرمول زگر، مواد اولیه مصرفی، مخلوط‌سازی، پخت و کوره‌های پخت، مشکلات تولید و طرق رفع آنها.

مواد اولیه مصرفی لعاب شامل مواد اولیه غیر محلول، محلول، اکسیدهای سمی، خواص فیزیکی، خواص شیمیایی مواد اولیه و اثرات آنها روی خواص لعاب.

انواع لعاب شامل لعاب‌های خام سرب‌دار، فلدسپاتی (چینی‌ها)، محدوده فرمول زگر. معایب و طرق رفع آنها، لعاب‌های نمکی موارد استفاده، روش اعمال روی بدنه، محدوده فرمول زگر و معایب. لعاب‌های فریتی، هدف از فریت کردن، رده بندی، معایب، آماده‌سازی و کاربرد آن‌گوب‌ها، کاربرد. روش تهیه و تنوع. سایر لعاب‌ها شامل لعاب‌های کریستالی، پوست ماری، کراکوله، آونتورین، مینا(انامل) و ...

اعمال روی بدنه شامل مراحل آماده‌سازی فریت و آماده‌سازی بدنه قبل از لعاب زدن.

## B- دکوراسیون

هدف از دکوراسیون، فیزیک رنگها، قانون لامبرت - بر، یکنواختی و شدت رنگ .  
 رنگ‌های سرامیکی (رنگینه‌ها)، اکسیدهای مهم عامل رنگ در لعاب، روش‌های تهیه رنگینه‌ها، اثرات آتمسفر  
 کوره، اثرات ناخالصی‌ها، معایب و طرق رفع آنها. روش‌های دکوراسیون شامل رنگ کردن بدنه ، رنگ کردن زیرلعابی،  
 لعاب‌های رنگی، رنگ‌های لوستری و فلزی ، عکس برگردان، سیلک اسکرین و عیوب دکوراسیون.

## منابع :

- 1- *Industrial Ceramics by Singer*
- 2- *Ceramic glazes by Gullen W.Parmelle*
- 3- *Ceramic glaze technology by J.R.Taylor*
- 4- *The technology of ceramics and refractories by P.P.Budinkov*
- 5- *Enamel and Enamelling by K.maskall*



۶ - ف . ملکیان پور " لعاب‌های سرامیک "

## آزمایشگاه لعاب

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز: —

هم‌نیاز: درس تئوری لعاب



سرفصل درس:

A- لعاب

محاسبات شامل محاسبه آمیز (ترکیب) یک لعاب به کمک آنالیز شیمیائی و فرمول زگر. ساخت یکی از لعابهای، خام، نمکی، فریت، کریستالی، پوست ماری، کراکوله، آونتورین و آنگوب. آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی لعاب شامل اندازه‌گیری تنش بین بدنه و لعاب، سنجش شفافیت، سنجش سفیدی، از دست دادن سرب، ویسکوزیته و اندازه‌گیری  $Tg$

B - دکوراسیون

تهیه رنگینه سرامیکی و تهیه لعاب رنگی. دکور به کمک عکس برگردان، طلای مایع و رنگ لوستری. آزمون‌های ویژه دکور و لعابی شامل سنجش مقاومت شیمیائی، از دست دادن سرب

C - مینا (انامل)

تهیه فریتهای لایه واسط و لایه روئی

آماده سازی لایه زیرین (فلز) و اعمال فریت ها به ترتیب روی آن.

## سرامیکهای ساختمانی

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: فرآیند سافت سرامیکها III و تئوری لعابها

هم‌نیاز: -



### سرفصل درس:

- مقدمه - تعریف کاشی دیواری و کف از دید استاندارد و خواصی که باید دارا باشند.
- شمای کلی از خطوط تولید کاشی دیواری و کف بصورت دو پخت و تک پخت
- آشنائی با مواد اولیه مصرفی و خصوصیات فیزیکی و شیمیائی و تکنولوژی آنها
- مشخصات بدنه‌های ماژولیکا، مواد اولیه مصرفی و فرمولاسیون
- مشخصات بدنه‌های ارتن ور، مواد اولیه مصرفی و فرمولاسیون
- اولیه مصرفی و فرمولاسیون و مزایای آن نسبت به روشهای دو پخت تونلی
- مشخصات لعابهای مصرفی این بدنه‌ها
- تقسیم‌بندی انواع بدنه‌های ویتریفه (کاشی کف)
- مشخصات بدنه‌های بدون لعاب (گرانیتی)، مواد اولیه و فرمولاسیون
- مشخصات بدنه‌های استون ور قرمز
- " تک پخت، روشهای مختلف تولید آنها، مواد اولیه مصرفی و فرمولاسیون
- مشخصات لعابهای مصرفی این بدنه‌ها
- قسمت آسیاب‌تر شامل تئوریهای موجود، فاکتورهای موثر بر راندمان آسیاب و غیره

- قسمت اسپری درایر نحوه کار، نکات فنی، انواع آن و بررسی نقش اندازه و توزیع گرانولهای تولیدی بر کیفیت قطعه و

عیوب ناشی از آن

- قسمت پرس یا فرمدهی شامل مزایا، اصول، انواع پرسهای موجود، نحوه کار و عیوب ناشی از آن (هوادر شدن، هالو و

...)

- مرحله خشک کردن و پختن شامل انواع درایرها و مقایسه آنها با هم، عیوب ناشی از خشک کردن، انواع کوره‌ها و

مقایسه آنها با هم، عیوب ناشی از کوره.

- شناسائی عیوب لعاب و طرق رفع آنها

### منابع:

1 - *From Technology Through machinery To Kilns for SucmiTile*

2 - *Industrial Ceramics by singer*



## خواص مکانیکی سرامیکها

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: ساختار سرامیکها، خواص مکانیکی مواد، فرایند ساخت سرامیکها III

هم نیاز: -



### سرفصل درس:

رفتار پلاستیک در سرامیکها، مقایسه ویژگیهای نابجایی در سرامیک با فلز، محدودیت در سیستمهای لغزش در سرامیکها، اثر عیوب و تاریخچه عملیات حرارتی و مکانیکی بر رفتار پلاستیک، اثرات جانبی تغییر فرم پلاستیک محدود در سرامیکها، کرنش در سرامیکهای پلی کریستال مکانیزمهای خزش در سرامیکها، خزش در سرامیکهای کووالانت، اعمال تئوری گریفیت بر سرامیکهای تک بلور، مکانیزم گسترش ترک در سرامیکهای پلی کریستال، مکانیزمهای تقویت سرامیکها و افزایش تافنس، توزیع آماری ارقام شکست، تستهای مکانیکی برای سرامیکها و نسوزها، خستگی ایستا در سرامیکها، مقدمه‌ای بر طراحی سرامیکها برای کاربردهای مکانیکی - استحکام مکانیکی در درجه حرارت‌های بالا و مقایسه با فلزات.

### منابع

- 1- *Mechanical Behaviour of Ceramics* by R.W. Davidge
- 2- *Introduction to Ceramics* by W.P.Kingery, H.K.Bowen, D.R.Ulmann
- 3- *Modern Engineering Ceramics* by D.W. Richerson

## الکتروسرامیک I

تعداد واحد : ۳

پیشنیاز: خواص نوری و الکتریکی سرامیکها

هم‌نیاز: فرایند سافت سرامیکها III



### سرفصل درس:

بحث مفصلی در مورد مبانی و تکنولوژی ساخت قطعات مورد استفاده در کاربردهای مهندسی الکترونیک شامل: مقدمه‌ای بر هدایت الکتریکی اکسیدها، سرامیکهای هادی، المانهای سرامیکی هدایت کننده در درجه حرارت‌های بالا، ترمیستورها، سرامیکهای PTC و NTC، هدایت کننده‌های یونی،  $\beta-Al_2O_3$  سنسورهای گازی و رطوبت، ابررساناهای سرامیکی، عایق‌ها، پلاریزاسیون و مکانیزمهای مختلف پلاریزاسیون، اتلاف دی‌الکتریک، دی‌الکتریک‌های فرکانس پایین و بالا دی‌الکتریک‌های مورد استفاده در فرکانس‌های ماکروویو. مقدمه‌ای بر خواص فروالکتریکها، خازن‌های سرامیکی، باریم تیتانات، PZT، تکنولوژی ساخت خازنهای چندلایه‌ای (مولتی لایر). سرامیکها و کامپوزیت‌های پیزوالکتریک و کاربردهای آنها، سرامیکهای پایروالکتریک و کاربرد آنها در دوربینهای فیلمبرداری حرارتی (Thermal Imaging)، حافظه‌های فروالکتریکی.

### منابع

- 1- *Properties of Materials for electrical Engineering.* by Pascoe
- 2- *Elementary Solidstate Physics* by OMAR



3- *Electroceramics by M.J. Moulson & Herbert*

4- *Ceramic Materials for electronics by Buchanan*



## شیمی تجزیه دستگاهی و آزمایشگاه

تعداد واحد : ۳

پیشنیاز: شیمی عمومی

هم نیاز: —



سرفصل درس:

الف - نظری (۲ واحد)

شیمی تجزیه: اصول تئوری تجزیه‌های کیفی و کمی آنیونها و کاتیونها در محلولها، مسائل مربوط به انحلال، تفکیک، فعالیت و ضریب فعالیت فعل و انفعالات اسیدها و بازها و کمپلکسها، اکسیداسیون و احیاء و قوانین مربوط و کاربرد آنها در شیمی تجزیه، معرفهای شیمیائی، فعل و انفعالات رسوبی، کلوئیدها - شیمی تجزیه دستگاهی: روشهای تجزیه‌ای بر اساس جذب در منطقه قابل رؤیت و ماوراء بنفش، اسپکترو فتومتری مادون قرمز فلوئورسانس، جذب اتمی (A . A) و فتومتری شعله‌ای، اسپکتروسکپی تابشی (E.E) اشعه ایکس، اندازه‌گیریهای پتانسیلی (PH). (EH) الکترولیتی، رزونانس مغناطیس هسته‌ای (N.M.R) اسپکترومتری جرمی، رادیو اکتیو، کروماتوگرافی، DTA

ب - عملی (۱ واحد)

- انجام تجزیه‌های کیفی و کمی برای آنیونها و کاتیونها و اندازه‌گیری قدرت اسیدی و قلیائی محلولها، پتانسیل رد اکس و غیره.

- کار با وسایل و دستگاههای اندازه‌گیری عناصر از قبیل جذب اتمی، اسپکتروسکپی تابشی ایکس و غیره و ... و تجزیه و تحلیل نتایج.

## فیزیک مدرن

تعداد واحد : ۳

پیشنیاز: فیزیک ۲ و شیمی عمومی

هم نیاز : —



سرفصل درس:

الف - (نظری ۵۱ ساعت)

- ۱ - نسبت ویژه: آزمایش مایکون مورلی - تبدیل (ترانسفورمسیون) لورنتر انقباض طول - انبساط زمان - جرم و انرژی - ترکیب سرعتها
- ۲ - خواص ذره‌ای امواج الکترومغناطیسی: اثر فوتوالکتریک و نظریه کوانتیک نور - اشعه X - اثر کامتون.
- ۳ - خواص موجی ذرات: امواج دو بروی - تابع موج - سرعت موج دو بروی - سرعت موج و سرعت گروهی - تفرق ذرات - اصل عدم قطعیت.
- ۴ - ساختمان اتمی: طیف اتمی - اتم بور - آزمایش فرانک - هرتز - اصل ارتباط - (یا اصل تناظر)
- ۵ - مکانیک کوانتیک: معادله موج - معادله شرودینگر مستقل از زمان - کوانتیزه شدن انرژی ذره داخل جعبه - نوسانگر هارمونیک.
- ۶ - نظریه کوانتیکی اتم هیدروژن: جدا کردن متغیرها در معادله شرودینگر - عدد کوانتم اصلی - عدد کوانتم مداری - عدد کوانتم مغناطیسی - آزمایش اترن - گرلاخ - طیف ئیدروژن قواعد انتخاب.
- ۷ - اسپین الکترون و اتمهای پیچیده: اسپین الکترون - اصل طرد پارلی - آرایش - الکترونها - جدول تناوبی - اندازه حرکت زوایه‌های کل - طیف اتمی - طیف اشعه X

۸- مکانیک آماری: فضای فاز- احتمال برای هر توزیع - توزیع ماکسول - بولترمان - توزیع بوز - انشتن - فرمول تشعشع پلانک - توزیع فرمی - دیراک.

۹- حالت جامد: بلورهای یونی و کووالانت - نیروهای وان دروالز - پیوند فلزی - قانون اهم - انرژی فرمی - توزیع انرژی الکترونها - نظریه باند جامدات - نیمه هادیها با ناخالصی.

۱۰- هسته اتمها: جرمهای اتمی - اسپکترومتر جرم - انرژی پیوند هسته - دوترون - مدل قطره‌ای هسته - مدل پوسته‌ای هسته.

۱۱- تلاشی هسته‌ها: شکل آماری تلاشی رادیواکتیو - سریهای رادیواکتیو - تلاشی آلفا - تلاشی بتا - نوترینو - صد و رپوزیترون و گیرانداختن الکترون - تلاشی معکوس بتا - تلاشی گاما.

۱۲- ذرات بنیادی: نظریه الکترون - ضد ذرات - مزونهای  $\pi$  - مزونهای  $X$  - مزونهای  $k$  هیپرون‌ها - خواص منظم ذرات بنیادی - کوارک و نظریه‌های ذرات بنیادی.

### منابع:

1. *Introduction to solid state physics by Kittel*

2. *Solid state physics by Blakemore*



## سرامیکهای مهندسی

تعداد واحد : ۳

پیشنیاز: —

هم نیاز: خواص مکانیکی سرامیکها



سرفصل درس:

تعاریف - تقسیم بندی

- (۱) سرامیکهای اکسیدی (۱-۱) سرامیکهای آلومینائی - طرز تهیه پودر آلومینا - فرم دهی - زینترینگ - کاربرد (۱-۲) سرامیکهای زیرکونیائی - مواد اولیه - تغییر فاز مارتریتی زیرکونیا - *Transformation Toughening* - انواع سرامیکهای زیرکونیائی - کاربرد (۱-۳) فریتها (۱-۴) تیتاناتها (۱-۵) سرامیکهای اکسیدی متفرقه
- (۲) سرامیکهای غیراکسیدی (۲-۱) سیلیکون کاربید - روش های سنتز پودر  $SiC$  - زینترینگ  $SiC$  - خواص  $SiC$  و کاربرد آن (۲-۲)  $B_4C$  (۲-۳) سیلیکون نایتراید - روش های سنتز پودر  $Si_3N_4$  - زینترینگ  $Si_3N_4$  - خواص و کاربرد  $Si_3N_4$  (۲-۴)  $BN$  (۲-۵)  $AlN$  (۲-۶) بریدها (۲-۷) سرامیکهای گرافیتی - پیرو گرافیت - گرافیت های شیشه ای - الیاف گرافیتی

منابع :

(۱) آشنایی با آلومینا ترجمه مهرداد حبیبی - محمدرستم خانی شرکت تحقیقات صنایع سرامیک ایران - ۱۳۷۱

(۲) آشنایی با زیرکونیا ترجمه مهرداد حبیبی شرکت تحقیقات صنایع سرامیک ایران - ۱۳۷۱

3- *W.H. Gitzen : Alumina as a Ceramic material*

*Am. Ceram. Soc. Columbus / Ohio 1970*

- 4- *David W. Richerson "Modern Ceramic Engineering"*
- 5- *H. Salmang H. Scholze "Keramik Band 2 Springer Verlag" 1983*
- 6- *Shiroku Satio "Fine Ceramics"*
- 7- *Stuort Hampshire "Non-Oxide technical engineering ceramics"*



## گزاره کارپروژه کامپیوتر (در سرامیک)

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: مبانی برنامه نویسی و گذراندن بیش از ۱۰۰ واحد

هم‌نیاز:

### سرفصل درس:

دانشجویان موظفند با بکارگیری یکی از زبان‌های برنامه‌نویسی (ترجیحاً BASIC) یک مورد از بندهای الف تا ت در قسمت A را به نرم‌افزار کامپیوتری تبدیل نمایند.

با بکارگیری نرم‌افزارهای کامپیوتری کلیه تمرین‌های آورده شده در قسمت B و بندهای مربوطه (الف تا پ) توسط دانشجویان حل شده و ارائه داده می‌شود.

A- محاسبات فنی سرامیکی

الف: مواد خودگیر در هوا ۱ - محاسبه ضریب دیفوزیون گچ

ب: فرمول زگر و محاسبات مربوطه

۱ - محاسبه فرمول زگر از آنالیز شیمیائی

ب: مواد اولیه و بدنه ۱ - محاسبه انقباض (خشک، پخت و کل)

۲ - محاسبه فرمول زگر ماده اولیه با مشخص بودن آنالیز شیمیائی ماده اولیه ۳ - محاسبه وزن ملکولی ماده اولیه به

کمک فرمول زگر آن ۴ - محاسبه آنالیز مینرالی از آنالیز شیمیائی ماده اولیه ۵ - محاسبه بدنه با موجود بودن آنالیز

شیمیائی مواد اولیه و بدنه ۶ - محاسبه بدنه با موجود بودن آنالیز مینرالی و بیش از ۳ ماده اولیه خالص ۷ - محاسبه بدنه

به کمک آنالیز مینرالی سه ماده اولیه ناخالص ۸ - محاسبه بدنه با موجود بودن آنالیز مینرالی با بیش از سه ماده اولیه



ناخالص ۹- محاسبه آنالیز شیمیائی با معلوم بودن آنالیز مینرالی بدنه

۱۰- محاسبه وزن مواد سفت موجود در یک لیتر دوغاب ۱۱- محاسبات مربوط به تخلخل (باز، بسته و کل) ۱۲-

محاسبات مربوط به انبساط خطی بدنه با معلوم بودن آنالیز شیمیائی و به کمک فاکتورهای مربوطه

ت: لعاب ۱- محاسبه فاکتور فلاکس ۲- محاسبه نسبت باز به اسید

۳- محاسبه آنالیز مینرالی لعاب با در دست داشتن فرمول زگر آن

۴- محاسبه آنالیز شیمیائی لعاب با در دست داشتن فرمول زگر آن

۵- محاسبات مربوط به مواد فرار لعاب

۶- محاسبه آمیز یک لعاب فریتی با در دست داشتن فرمول زگر و کنارگذاری مقداری از مواد لعاب جهت افزودن در

هنگام سایش به بالمیل

۷- محاسبه آمیز لعاب با مشخص بودن فرمول زگر لعاب و فرمول زگر مواد اولیه مصرفی

B- تمرینهای اجباری برای دانشجویان

الف: فرمول زگر ۱- محاسبه فرمول زگر ماده لولیه از آنالیز شیمیائی

ب: ماده اولیه ۱- محاسبه آنالیز مینرالی ماده اولیه ۲- محاسبه وزن ملکولی ماده اولیه با موجود بودن فرمول زگر آن

پ: بدنه ۱- محاسبه بدنه با آنالیز مینرالی مشخص به کمک ۴ ماده اولیه ناخالص با آنالیز مینرالی مشخص.





## کانی‌شناسی

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: کریستالوگرافی

هم‌نیاز:



### سرفصل درس:

ساختمان پوسته زمین و ترکیب شیمیائی آن، نحوه پیدایش مینرالها، طبقه‌بندی مینرالها، خواص مختلف مینرالها (سختی، وزن مخصوص کلیواژ، رنگ، خواص الکتریکی و مغناطیسی و غیره) - شیمی کریستال: بلورها با ساختمان شیمیائی مختلف با تأکید بر شبکه کریستالی کانی‌های سرامیکی (مواد رسی، کائولن، بال کلی، خاکهای نسوز و ...)، آلومینوسیلیکاتهای غیر رسی - سیلیمانیت، کیانیت، آندالوسیت، مولایت و ... - کوارتز - فلدسپاتها - اکسیدهای آلومینیوم: کوراندوم، گیبست، بوهمیت، دیاسپور و بوکسیت - اکسید منیزیم - دولومیت - تالک - کرمیت و ...

### منابع:

- ۱- کانی‌شناسی - تألیف عبدالحسین فرقانی - سال ۱۳۶۷ - انتشارات دانشگاه تهران
- ۲- سنگ‌شناسی - تألیف حسین عرفانی - سال ۱۳۵۴ - انتشارات دانشگاه تهران
- ۳- طبقه‌بندی کانی‌ها ژئوشیمی (جلد اول و دوم) - تألیف حسین عرفانی - سال ۱۳۴۲ - انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- ژئوشیمی - تألیف W.S. Pfeif - ترجمه مهرداد اسفندیاری - سال ۱۳۶۸ - جهاد دانشگاهی
- ۵- زمین‌شناسی عمومی - تألیف سیروس شفیعی و حسن مدنی - سال ۱۳۶۷ - دانشگاه امیر کبیر

- ۶- پترولوژی سنگهای آتش فشانی - تألیف حسین معین وزیری - سال ۱۳۶۴ - جهاد دانشگاهی
- ۷- ماگماها و سنگهای ماگمائی - مبانی پترولوژی آذرین تألیف اریک ا. ک. میدل موست ترجمه علی درویش زاده و عباس آسیابانها - سال ۱۳۷۰ - جهاد دانشگاهی
- ۸- کانیها و سنگهای صنعتی - تألیف محمد کریم پور - سال ۱۳۶۸ - دانشگاه فردوسی مشهد



## اصول رشد بلور

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: کریستالوگرافی

هم‌نیاز: —



### سرفصل درس:

مواد آمورف و خواص فیزیکی و شیمیائی آنها، پلی کریستالها، تک کریستالها رشد کریستالها از فاز گازی توسط تبخیر توسط یک فاز گاز حمال - رشد کریستال بطریق کشید<sup>ن</sup> از فاز مذاب روش چکرالسکی، روش بویج من (Bridge man) رشد کریستال از فاز جامد (دیفوزیون تکراری) دستگاههای رشد کریستال در اندازه‌های مختلف.

## سراموگرافی و آزمایشگاه

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: روش‌های آنالیز و شناخت مواد سرامیکی

هم‌نیاز: فرآیند سافت سرامیکها III



### سرفصل درس:

(۱) روش‌های بررسی: روش‌های غیر میکروسکوپی (*Porosimetry, X-ray*) روش‌های میکروسکوپی:

میکروسکوپ نوری - میکروسکوپ الکترونی *SEM - TEM*

دستگاه‌های آنالیز سطح (*Surface Analysis*)

(۲) روش‌های آماده‌سازی نمونه - تهیه مقطع - تهیه تیغه - سطح شکست - *Etching* - بوجود آوردن کنتراست

(*Contrast*)

(۳) آنالیز عکس (تصویر) - تعاریف، وظایف، اهداف، آنالیز نقطه‌ای خطی - سطحی

*Stereology* - فرم فاکتورها - *Correlations*

دستگاه‌های اندازه‌گیری: چشمی - نیمه اتوماتیک - تمام اتوماتیک

### منابع:

1- E.E. Underwood: *Quantitative Stereology*

Addison - Wesley Publ. Comp. 1970

## اصول طراحی گروه‌های صنعتی

تعداد و اهر : ۲

پیشنیاز: پدیده‌های انتقال، سوخت و انرژی

هم‌نیاز: —



### سرفصل درس

فصل اول - طبقه بندی کوره‌ها:

طبقه‌بندی ساختمانی و تکنولوژی کوره‌ها.

طبقه‌بندی براساس نوع انرژی مصرفی.

طبقه‌بندی براساس عملکرد کوره‌ها.

نتیجه‌گیری

فصل دوم - احتراق سوختها:

محاسبه دمای شعله (محصولات احتراق) بدون تفکیک.

محاسبه دمای شعله با تفکیک.

فصل سوم - انتقال حرارت

حالت پایدار و ناپایدار هدایت حرارت،

جابجائی و تابش حرارت.

تابش از گازهای درون کوره.

کاربرد روشهای انتقال حرارت در کار کوره‌ها.

#### فصل چهارم - دیرگدازها

تعریف و ترکیب شیمیائی

دیرگدازها و انواع آنها

موارد مصرف دیرگدازها در کوره‌ها.

سایش دیرگدازها.

چگونگی مصرف و قیمت دیرگدازها.



#### فصل پنجم - بیلان حرارت

انرژیهای ورودی به کوره.

انرژیهای خروجی از کوره.

برقراری بیلان حرارت کوره‌ها.

دیاگرامهای سنگی

راندمان حرارتی کوره و تأثیر عوامل مختلف روی آن

#### فصل ششم - سنجش دما و کنترل گرما

طبقه‌بندی ابزار سنجش دما

اندازه‌گیری دما به روش طیف‌سنجی.

سیستمهای فیزیکی - مکانیکی

سیستمهای الکتریکی

## دماسنج‌های گدازی

## فصل هفتم - کوره‌های پخت

چگونگی گرم کردن کوره‌های پخت.

انواع کوره‌های سوخت سوز (جامد سوز - مایع سوز و گاز سوز).

کوره‌های الکتریکی

کوره‌های تکباری

کوره‌های مداوم

کوره‌های پخت سرامیک

کوره‌های مداوم جهت پخت پودرهای متالورژیکی.

انتخاب مناسب کوره جهت کاربرد مشخص



## منابع:

- 1- *Industrial furnaces by W. Trinks*
- 2- *Kilns, design, Construction and operation by Daniel Rnodes*
- 3- *A general theory of furnaces by M.A. Glinkov*
- 4- *Operating the tunnel kiln by J.T. Robson*

۵ - علی نمازی «کوره‌های سرامیک»

## شیمی کلونیدی

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: شیمی عمومی و آزمایشگاه

هم‌نیاز: شیمی تجزیه دستگاهی و آزمایشگاه



### سرفصل درس:

الف - محلولهای تعلیقی (سوسپانسیون) رسی و سیستم‌های کلونیدی - سل‌های جاذب و غیرجاذب آب - تاثیرات متقابل الکتریکی بین ذرات، منشاء بارالکتریکی در ذرات، آرایش نیروهای جاذبه و دافعه با نزدیک شدن ذرات به یکدیگر، منحنی برآیند نیروهای دافعه و جاذبه، سوسپانسیون پایدار و ناپایدار، ساختمان لایه مضاعف، عوامل موثر در تعیین ضخامت لایه مضاعف، پتانسیل زتا، فلوکولاسیون و دی‌فلوکولاسیون، مکانیزم عمل دی‌فلوکوله کردن بکرمک ترکیبات معدنی و آلی (تغییرات پتانسیل زتا و انترپپی و غیره)، مواد افزودنی: روان ساز و بایندر و پلاستی سایزر، عوامل تشوق کننده در خیس شدن ذرات و اثرات آنها در رفتار سوسپانسیون، رفتار رئولوژیکی سوسپانسیون: رفتار نیوتون و انواع رفتارهای غیر نیوتونی (پلاستیک، تیکسوتروپی، دیلاتانسی و غیره)، مثالهایی در مورد تهیه سوسپانسیونهای سرامیکهای رسی و مهندسی، سل - ژل



## منابع

*1-Colloid and surface engineering by R.A. Williams*

*2-Principles of ceramic processing by James S.Reed*

*3-Clay colloid chemistry by olphen*



## زبان تخصصی

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: زبان (۲)

هم‌نیاز: —



### سرفصل درس:

در این درس ضمن مطالعه قسمتهای برگزیده از کتابها و مقالات مربوط به تخصص سرامیک ، توانایی دانشجویان در جهت موارد ذیل تقویت می‌شود: خواندن و شنیدن و درک سریع مطالب - آشنایی با لغات و اصطلاحات تخصصی - ارائه کتبی یا شفاهی مطالب.

### منابع:

۱- کتب تخصصی سرامیک به زبان اصلی

## علم و فناوری پلیمرها

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: خواص فیزیکی مواد II و خواص مکانیکی مواد I

هم نیاز:—



### سرفصل درس:

دسته‌بندی پلیمرها از نظر ساختمانی - فرآیندهای پلیمریزاسیون - وزن مولکولی - روشهای اندازه‌گیری آن - معرفی ترکیبات مختلف پلیمری - روشهای سنتز پلیمرها - کامپوزیت‌های سرامیک و پلیمر - مکانیزم تجزیه در پلیمرها - خواص مکانیکی، الکتریکی و حرارتی - روشهای آنالیز ساختمان پلیمرها.

### منابع:

1 - *Introduction to physical polymer Science*

by - L.H.SPERLIN

2 - *Principles of polymer Sysetm 2 nd Edition*

by - Ferinand Rodriguez

## آزمایشگاه الکتروسرامیک

تعداد واحد : ۱

پیشنیاز: الکتروسرامیک I

هم‌نیاز: الکتروسرامیک II



### سرفصل درس:

خازنهای چند لایه‌ای: بررسی ساختمان خازنهای سرامیکی چند لایه‌ای (مولتی لایر) زیر میکروسکوپ، آشنایی با تکنولوژی ساخت اینگونه خازنها

مواد پیزوالکتریک: تعیین ضرایب پیزوالکتریک برای یک نمونه قطبی شده *PVDF*، بررسی مواد مختلف پیزوالکتریک

ترمیستورها: اندازه‌گیری و مطالعه تغییرات مقاومت مخصوص الکتریکی ترمیستورهای با ضریب هدایت حرارتی متفاوت (*NTC*) و *PTC*

هدایت حرارتی: اندازه‌گیری ضریب هدایت حرارتی در مواد مختلف با استفاده از *Thermal Comparative*

اندازه‌گیری نوار قدغن (*Bandgap*) الکترونی ژرمانیم:

اندازه‌گیری تغییرات مقاومت الکتریکی یک مقاومت *Thick Film* با درجه حرارت، تکنولوژی ساخت، مطالعه یک

مدار ساخته شده با استفاده از تکنولوژی *Thick Film* زیر میکروسکوپ.

اندازه‌گیری و بررسی خواص مغناطیسی چند نمونه از فریت‌های مغناطیسی نرم شامل اندازه‌گیری اندوکسیون

مغناطیسی، ضرایب نفوذ، اتلاف هیستریزیسی و مقایسه آنها با یک آلیاژ مغناطیسی فلزی.

تفسیر اشعه‌الکتریک پودر ناشناخته الکتروسرامیکی - تعبیر ساختمان کریستالی، اندازه واحد شبکه.

قطعات نیمه‌هادی و مدارات الکتریکی: بررسی قطعات نیمه‌هادی ساخت مدارات نظیر - یک مدار کنترل نوری، تایمر الکترونیکی، ژنراتور صدا (تون) سه مرحله‌ای، ساخت فلاش الکترونیکی، مدار اسیلاتور موج مربعی.

آزمایش بر روی مقاومت خازن، اندوکتانس، در مدارهای A-C بررسی تغییرات اختلاف پتانسیل در مورد این ۳ عنصر و مطالعه ارتباط فازی بین جریان و اختلاف پتانسیل.



## الکتروسرامیک II

تعداد واحد : ۲

پیشنیاز: الکتروسرامیک I

هم‌نیاز: —



### سرفصل درس:

مقدمه‌ای بر خواص مغناطیسی مواد، بحث مفصلی در مورد مبانی و تئوریهای پارامغناطیس، دایامغناطیس، تئوری مولکولی و ایس انتگرال تبادلی، فرومغناطیس، انتی فرومغناطیس، فری مغناطیس، قانون کوری - ویس. فری مغناطیس‌های اسپینلی، گارنتی، هگزاگونال، ساختمان کریستالی، ترکیبات مختلف و تکنولوژیهای ساخت سرامیکی و شیمیایی پیشرفته. کاربردهای آنها در فرکانسهای پایین و بالا (ماکروویو) هگزا فرایت‌ها، ارتباط بین میکرو استراکچر و خواص مغناطیسی و دی‌الکتریک، فریت‌های مورد استفاده در حافظه‌های مغناطیسی حبابی *Bubble*

*Memory*

### منابع

- 1- *Properties of Material for electrical Engineering. by Pascoe*
- 2- *Elementary Solid State Physics by OMAR*
- 3- *Electro ceramics by MOULSON & HERBERT*
- 5- *Ceramic Materials for electronics by Buchanan*

## تدوین کنندگان برنامه

این مجموعه به کوشش و یاری اعضاء هیئت علمی دانشکده ها و گروه های مهندسی متالورژی و مواد در دانشگاههای کشور تهیه و تدوین شده است. اسامی این دانشگاهها بشرح ذیل می باشد: (به ترتیب حروف الفباء)

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| ۱- دانشگاه تهران          | ۵- دانشگاه صنعتی شریف       |
| ۲- دانشگاه شیراز          | ۶- دانشگاه علم و صنعت ایران |
| ۳- دانشگاه صنعتی اصفهان   | ۷- پژوهشگاه مواد و انرژی    |
| ۴- دانشگاه صنعتی امیرکبیر |                             |

اعضاء کمیته مهندسی متالورژی و مواد در گروه فنی مهندسی شورای عالی برنامه ریزی وزارت فرهنگ و آموزش عالی:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| ۱- دکتر فرشاد اخلاقی      | دانشگاه تهران - دانشکده فنی                               |
| ۲- " جمشید آقازاده مهندسی | دانشگاه صنعتی امیرکبیر - دانشکده معدن و متالورژی          |
| ۳- " حکمت رضوی زاده       | دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده مهندسی مواد و متالورژی |
| ۴- " سیدمرتضی سیدریحانی   | دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی متالورژی              |
| ۵- " محمدحسین شریعت       | دانشگاه شیراز - دانشکده مهندسی                            |
| ۶- " علی شکوه فر          | دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی - دانشکده مکانیک             |
| ۷- " مهدی صالحی           | دانشگاه صنعتی اصفهان - دانشکده مهندسی مواد                |
| ۸- " محمد قربانی          | دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی متالورژی              |
| ۹- " علی کریمی طامری      | دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی متالورژی              |
| ۱۰- " واهاک مارقوسیان     | دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده مهندسی مواد و متالورژی |
| ۱۱- " محسن مشکسار         | دانشگاه شیراز - دانشکده مهندسی                            |
| ۱۲- " سعید ناطق           | دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی متالورژی              |
| ۱۳- " سیدتقی نعیمی        | دانشگاه صنعتی امیرکبیر - دانشکده مهندسی پزشکی             |
| ۱۴- " حسین یوزباشی زاده   | دانشگاه صنعتی شریف - دانشکده مهندسی متالورژی              |

