



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

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات



گروه فنی و مهندسی

مصوب سیصد و شصت و هشتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ: ۱۳۷۷/۱۰/۲۰



بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات

گروه: فنی و مهندسی
رشته: مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات
دوره: کارشناسی ارشد
کمیته تخصصی:
گرایش:
کد رشته:

شورای عالی برنامه ریزی در سیصد و هشتمین جلسه مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۰ بر اساس طرح دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات 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 کرده، و مقرر می دارد:

ماده (۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات 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 بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی می باشند.
ج: مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده (۲) این برنامه از تاریخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۰ برای دانشجویانی که از این تاریخ به بعد وارد دانشگاه می شوند لازم الاجرا است.

ماده (۳) مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات در سه فصل برای اجرا به معاونت آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می شود.

رای صادره سیصد و شصت و هشتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۰ در خصوص برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود، با اکثریت آراء به تصویب رسید.

(۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است

رای صادره سیصد و شصت و هشتمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۰ در مورد برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات صحیح است، به مورد اجرا گذاشته شود.

دکتر مصطفی معین

وزیر فرهنگ و آموزش عالی



دکتر علیرضا رهایی
رئیس گروه فنی و مهندسی

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی
خواهشمند است به واحدهای مجری ابلاغ فرمایید.

دکتر سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی

بسمه تعالی

مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد استخراج فلزات

۱- تعریف و هدف

با توجه به اهمیت و گسترش صنایع تولید فلزات در کشور اعم از تولید فولاد، مس، سرب، روی و آلومینیم و نیز فروآلیاژها، در دوره کارشناسی ارشد مهندسی استخراج فلزات در این زمینه تخصصی با بررسی مبانی علمی و تکنولوژی فرآیندهای تولید فلزات و پژوهش در این رشته تعریف می شود.

هدف از این دوره تربیت متخصصینی است که در زمینه استخراج فلزات و آموزش و پژوهش در این رشته صاحب نظر باشند، و بتوانند در صنایع تولید فلزات به بررسی مشکلات و حل آنها بپردازند و در انتقال تکنولوژی نیز مؤثر باشند.

۲- طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد استخراج فلزات آموزشی بوده و مشابه سایر دوره های کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی و مواد، حداقل دو سال و حداکثر مطابق با آئین نامه کارشناسی ارشد خواهد بود.

۳- شرایط داوطلبان

داوطلبان ورود به دوره علاوه بر دارا بودن شرایط عمومی پذیرش دانشجویان در رشته های فنی و مهندسی بایستی دارای مدرک کارشناسی در مهندسی متالورژی و مواد و مجموعه های آن باشند به علاوه دارندگان مدرک کارشناسی مهندسی معدن و مهندسی شیمی و شیمی کاربردی نیز می توانند داوطلب ورود به این دوره باشند. همه داوطلبان در آزمون ورودی واحد شرکت خواهند کرد.



۴- دروس جبرانی

دارندگان مدرک کارشناسی در مجموعه های متالورژی استخراجی، استخراج فلزات غیر آهنی و تولید آهن و فولاد درس جبرانی ندارند و پذیرفته شدگان از سایر رشته های مهندسی متالورژی و مواد ۱۱ واحد درس زیر را بعنوان درس جبرانی می گذرانند.

۱- سینتیک مواد	۳ واحد
۲- ترمودینامیک متالورژی II	" ۲
۳- پدیده های انتقال	" ۳
۴- کنترل فرآیندها	" ۳

و برای پذیرفته شدگان از رشته های مهندسی معدن و مهندسی شیمی و شیمی کاربردی، علاوه بر دروس فوق دروس زیر را نیز بعنوان جبرانی بایستی بگذرانند.

استخراج فلزات غیر آهنی I	۳ واحد
استخراج فلزات آهنی I	" ۳

علاوه بر این با نظر استاد راهنما و با توجه به زمینه پروژه هایی که می خواهند کار کنند تا ۴ واحد از دروس کارشناسی بعنوان جبرانی در صورت لزوم می گذرانند.

۵- واحدهای دروس کارشناسی ارشد استخراج فلزات

تعداد کل واحدهای مورد نیاز ۳۲ واحد و به شرح زیر است:

۱- پروژه	۸ واحد
۲- دروس الزامی	" ۱۷
۳- دروس اختیاری	" ۷



۶- مواد امتحانی آزمون ورودی

ریاضی مهندسی (ضریب ۲) - زبان تخصصی ضریب ۲) - شیمی فیزیک و ترمودینامیک (ضریب ۵) - خواص فیزیکی مواد (ضریب ۳) - خواص مکانیکی مواد (ضریب ۴) - استحاله فازها و نمودارهای تعادلی (ضریب ۴) - تخصصی کارشناسی (ضریب ۴).

ماده آزمون تخصصی کارشناسی برای گرایش متالورژی استخراجی شامل دروس استخراج آهن، فولاد سازی، استخراج مس، سرب، روی و آلومینیم می باشد.



دروس کارشناسی ارشد استخراج فلزات

پیشنیاز یا (هم نیاز)	نوع درس	۱۷ واحد	دروس الزامی
--	نظری	۳	ترمودینامیک پیشرفته مواد
--	نظری	۲	روش های نوین مطالعه مواد
(روشهای نوین...)	عملی	۱	آزمایشگاه روشهای نوین مطالعه مواد
سینتیک مواد (کارشناسی)	نظری	۲	سینتیک پیشرفته مواد
(ترمودینامیک پیشرفته مواد)	نظری	۳	تئوری فرآیندهای پیرومتالورژی
ترمودینامیک پیشرفته مواد	نظری	۳	تئوری فرآیندهای هیدرو و الکترومتالورژی
تئوری فرآیندهای پیرومتالورژی	عملی	۱	آزمایشگاه فرآیندهای متالورژی
(هیدرو و الکترومتالورژی)			
تئوری فرآیندهای هیدرو و الکترومتالورژی	نظری	۲	استخراج فلزات نادر
		۱۷ واحد	جمع

پیشنیاز یا (هم نیاز)	نوع درس	۷ واحد	دروس انتخابی
--	نظری	۱	خطا در اندازه گیری
--	"	۲	پدیده های انتقال پیشرفته
--	"	۳	ریاضیات پیشرفته مهندسی
ترمودینامیک پیشرفته مواد	"	۲	سیستم های چندتایی
تئوری فرآیندهای پیرومتالورژی - هیدروالکترومتالورژی	"	۲	مطالب ویژه در استخراج فلزات
--	"	۲	بررسی فنی و اقتصادی تولید فلزات
کنترل فرآیندها (کارشناسی)	"	۲	طرح و کنترل پیشرفته فرآیندهای متالورژی
--	"	۲	تئوری تهیه و مصرف آهن اسفنجی
تئوری فرآیندهای پیرومتالورژی - هیدرو و الکترومتالورژی	"	۲	اصول شبیه سازی فرآیندهای متالورژی
--	"	۲	سمینار
گذرانیدن حداقل ۱۵ واحد درسی	عملی و نظری	۸ واحد	پروژه (پایان نامه)



ترمودینامیک پیشرفته مواد

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

مروری به ترمودینامیک مواد: روابط بین توابع ترمودینامیکی - ترمودینامیک محلولها - محاسبه کمیت های مولی و اکتیویته محلولهای ایده آل - محلول های با قاعده - توابع اضافی - محلولهای رقیق: معادله گیس دوهم در سیستم دوتایی - معادله گیس دوهم در سیستم سه تایی - تغییر دادن حالت استاندارد - ضرایب تأثیر متقابل و پارامترهای تأثیر متقابل - نمودارهای منطقه پایداری ترکیبات - نمودارهای انرژی آزاد مولی نسبی با غلظت و ارتباط آنها با سیستم های دوتایی - حلالیت و عدم حلالیت، تعادل بین فازها با ترکیب متغیر - محاسبات نمودارهای فاز - نمودارهای اکتیویته - مول جزئی.

ترمودینامیک آماری - اتروپی و احتمالات - معادله بولتزمن - اتروپی وضعیتی و اتروپی حرارتی. مدل شبه شیمیایی و سایر مدلها برای محلولها - تئوری مولکولی و تئوری یونی سرباره ها - محلولهای منظم (Ordered) - نظم پر دامنه در محلولها و نظم کم دامنه، ترمودینامیک سطوح و مرز بین سطوح - انرژی سطحی و کشش سطحی - ناهمسویی انرژی سطوح - انرژی سطحی فلزات و ترکیبات - مرز داخلی و انفصال شیمیایی - انفصال ساختاری در مرزها - انرژی نابجایی ها - ترمودینامیک عیوب کریستالی عیوب در فلزات و مواد الکتروشیمی - ترمودینامیک محلولهای آبی - رابطه انرژی شیمیایی و الکتریکی تأثیر غلظت بر نیروی الکتروموتیو - تشکیل پیل ها - پیل های غلظتی - ضریب درجه حرارت پیل - اثرات حرارتی - نمودارهای پوربه.

مراجع

- 1- Introduction to thermodynamics, of Materials, D.R. Gaskell.
- 2- Thermodynamics of solids, R.A. Swalin.
- 3- Physical chemistry of melts in Metallurgy vol. 1 & 2, F.D. Richardson.
- 4- Chemical thermodynamics of Materials, C.H. Lopis.
- 5- Thermodynamics of Material, D. Ragone.

روشهای نوین مطالعه مواد



تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ندارد

همزمان: آزمایشگاه روشهای نوین مطالعه مواد

مقدمه ای بر اهمیت روشهای مطالعه سطوح در علم مواد - روشهای بمباران سطوح (اشعه الکترونی فوتونها، یونهای شتابدار و...) تولید اشعه الکترونی (نشر ترمیونیک، طرح شتابدار دو...) پدیده های ناشی از برخورد الکترونها با سطوح (الکترونها برگشتی، الکترونها جذب شده الکترونها ثانویه، الکترونها اوژه، پدیده دیفراکسیون، پدیده کاتودولومیناس)، میکروسکوپ الکترونی (عبوری).
میکروسکوپ الکترونی، الکترون پروب مایکرو آنالیز، اسپکتروسکوپی اوژه، روش تهیه نمونه - مطالعه سطوح توسط فوتونها: تولید فوتونها (اشعه مرئی، اشعه، اشعه X - اشعه مادون قرمز)، استفاده از (اشعه مرئی - میکروسکوپ نوری)، استفاده از اشعه (دیفراکتومتر اسپکتروسکوپی فلورسانس اشعه X، اسپکتروسکوپی فوتو الکترون اشعه، اسپکتروسکوپی فوتو الکترون اشعه ماوراء بنفش روش تهیه نمونه - مطالعه سطوح توسط یونهای شتابدار: (پدیده برخورد یونهای شتابدار با سطوح جامدات، اسپکترومتری جرمی یونهای ثانویه - اسپکتروسکوپی پلاسمایی، مطالعه خوردگی با استفاده از ردیابهای رادیو اکتیو، آنالیز مواد با روش (EDAX).

آزمایشگاه روشهای نوین مطالعه مواد

تعداد واحد: ۱

همزمان: روشهای نوین مطالعه مواد



- نمونه های منتخب (۱ جلسه)
 - تهیه نمونه ها با روشهای مختلف (۱ جلسه)
 - مطالعه سطوح شکست (۱ جلسه)
 - مطالعه سطوح خوردگی و یا پوششها (۱ جلسه)
 - توپوگرافی سطح سایش (۱ جلسه)
 - آنالیز مواد با روش EDAX (۱ جلسه)
 - بررسی مورفولوژی سطح پوششها (۱ جلسه)
 - تفرق اشعه الکترونی جهت تشخیص شبکه و جهات کریستالی (۱ جلسه)
 - اندازه گیری ضخامت پوشش و خواص مکانیکی (۱ جلسه)
 - آنالیز مواد با اشعه X
 - مطالعه نمونه های منتخب با میکروسکوپ (۱ جلسه)
 - آنالیز سطوح با اوزنه اسپکتروسکوپی (۱ جلسه)
- * در هر یک از دوره های کارشناسی ارشد با توجه به رشته و امکانات حداقل ۱۰ آزمایش انجام می گردد.

سینتیک پیشرفته مواد

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: سینتیک مواد

مرور قوانین سینتیک شیمیایی و انتقال، پیدا کردن مکانیزم واکنشهای همگن، انتقال ماده در حضور جریان سیال، مدل‌های انتقال ماده در سیال، واکنش در مرز فازها، در فصل مشترک، سینتیک واکنشهای الکترودی، مهاجرت الکتریکی در محلولها، الگوهای سینتیکی برای واکنشهای غیر همگن، سینتیک فرآیند تبخیر، سینتیک جذب سطحی، حل کامپیوتری تحولات سینتیکی همگن و غیر همگن.



تئوری فرآیندهای پیرومتالورژی

تعداد واحد: ۳

نوع درس: نظری

هم‌نیاز: ترمودینامیک پیشرفته مواد

سرفصل مطالب:

ترمودینامیک و سینتیک تشویه، مشخصات فیزیکی شیمیایی سرباره‌ها و نمکهای مذاب، واکنشهای تعادلی سرباره و مذاب فلز، نمودارهای منطقه پایداری ترکیبات، تئوری احیاء فلزات، تئوری اکسیداسیون و تصفیه اکسیدی فلزات، فرآیندهای متالوترمی برای تولید فلزات، الکترولیز نمکهای مذاب، تمایل فلزات به ترکیب با اکسیژن، گوگرد، کلر و کربن و استفاده از خواص فیزیکی شیمیایی ترکیبات در گدازش و تصفیه فلزات. فرآیندهای تبخیر، میعان: تصعید و رکرستالیزاسیون و کاربردهای آنها در فرآوری و تصفیه فلزات به روشهای حرارتی.



تئوری فرآیندهای هیدرومتالورژی و الکترومتالورژی

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: ترمودینامیک پیشرفته مواد

مروری بر اصول تهیه و تصفیه هیدرومتالورژیکی: کلیات تهیه و تصفیه بروش، ترمودینامیک و سینتیک حل سازی شیمیایی، روشهای مختلف حل سازی شیمیایی، جدا سازی ناخالصی ها و تصفیه محلول بدست آمده، رسوب دادن و بازیابی فلز از محلول تصفیه شده، استخراج توسط حلال، تعویض یونی.

اصول الکتروشیمی و تعادل در محلولهای الکترولیتی: تئوری تجزیه الکترولیتی، اکتیویته و ضریب اکتیویته، هدایت الکتریکی، پتانسیل تعادلی الکتروود، پیل ها، واکنشهای نیمه پیل، مکانیزم ایجاد، فرآیندهای غیر تعادلی الکتروودها: الکترولیز، قوانین فاراده، راندمان جریان، راندمان انرژی، دانسیته جریان، ولتاژ تئوریک پیل، سرعت فرآیندهای الکتروشیمیایی، پلاریزاسیون، ولتاژ اضافی، وابستگی دانسیته جریان، ولتاژ اضافی (رابطه تافل)، لایه مضاعف.

فرآیندهای الکترومتالورژیکی: در روشهای تهیه الکترولیزی فلزات، الکترولیز نمکهای مذاب، فرآیندهای تهیه الکتروشیمیایی (Electrowining) و الکتروودها و سلولهای مورد استفاده در آن، بررسی تهیه الکتروشیمیایی مس، روی، نیکل و آلومینیم.

فرآیندهای تصفیه الکتروشیمیایی (Electrorefining) برای مس، نیکل، آلومینیم - تصفیه تحت سرباره.

فرآیندهای ذوب و احیاء در کوره های قوس الکتریک، اصول کار و ساختار کوره های قوس الکتریک - اصول و ساختار کوره های قوس پلاسما - فرآیندهای ذوب و احیاء در کوره های قوس پلاسما.



آزمایشگاه فرایندهای متالورژی



تعداد واحد: ۱
پیشنیاز یا هم‌نیاز: اصول پیرومتالورژی - اصول هیدرو و الکترومتالورژی

سرفصل آزمایش‌ها:

لازم است از بین ۱۲ آزمایش زیر حداقل ۶ مورد بطور کامل انجام شده و اطلاعات بدست آمده بطور علمی و محاسباتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. لازم به تذکر است که قسمت علمی هر آزمایش می‌تواند طی چند جلسه اجرا شود. ۱- آلیاژسازی تحت خلاء یا گاز خنثی: در این آزمایش ترکیب شیمیایی یک آلیاژ دارای میل ترکیبی شدید نسبت به عناصر ناخالصی و هوا انتخاب شده و سپس از طریق ذوب و انجماد تحت خلاء یا گاز خنثی خواهد شد. تغییر ترکیب شیمیایی و عناصر ناخالصی حین ذوب و انجماد بررسی گردیده و تأثیر عوامل مختلف بر خلوص آلیاژ مشخص خواهد شد. ۲- رشد تک کریستال نیاز خالص: تک کریستالهای مورد استفاده در کاربردهای پیشرفته صنعتی معمولاً از خلوص بالایی برخوردارند. در این آزمایش نمونه‌ای از یک تک کریستال فوق تمیز Ultraclean از نوع اپتیکی یا Super alloy و انرژی تحریک و سایر فاکتورهای سینتیکی برای ساخته شده و مورد بررسی قرار خواهد گرفت. ۳- سینتیک فرایند تشویه: در این آزمایش معادله سرعت، مکانیزم فرایند تشویه یکی از سولفیدهای فلزی، از طریق حرارت دادن سولفید فلز تحت گاز اکسیدان و تجزیه محصولات بدست آمده با استفاده از روش‌های پیشرفته دستگاهی مانند XRF، XRD و GC تعیین می‌شود. ۴- سینتیک لیچینگ اکسید یا سولفیدهای فلزی: آزمایش حل‌سازی با استفاده از نمونه‌ای از یک اکسید یا سولفید فلزی دارای ارزش صنعتی و یک حلال قلیایی یا اسیدی انجام می‌شود. تعیین سرعت واکنش از طریق اندازه‌گیری pH، تیتراسیون و یا تجربه شیمیایی فاز مایع و رسوب انجام می‌شود. ۵- بررسی تأثیر فشار بر سرعت لیچینگ: در این آزمایش تأثیر فشار بر سینتیک لیچینگ یک نمونه اکسید یا سولفید دارای کاربرد صنعتی با استفاده از دستگاه اتوکلاو بررسی می‌شود. ۶- بررسی تأثیر باکتری بر سینتیک لیچینگ: در این آزمایش، لیچینگ در محیط حاوی باکتری انجام شده و تأثیر نوع و مقدار باکتری بر سینتیک لیچینگ مشخص می‌شود. ۷- جدا سازی به روش تعویض یونی: در این آزمایش نمونه‌ای از یک محلول حاوی یک فلز کمیاب انتخاب شده و از روی نمونه‌های رزین جاذب یونی (آنیونی یا کاتیونی) عبور داده می‌شود. سپس منحنی‌های Break-through و جدایش Elution در سیستم مورد نظر تعیین و بررسی می‌شوند. ۸- جدا سازی با استفاده از زغال فعال: در این آزمایش جدا سازی انتخابی یک عنصر کم غلظت از یک محلول حاوی یون مورد نظر با استفاده از کربن فعال بررسی می‌شود. ۹- تعیین منحنی توزیع در روش SX: در این آزمایش تأثیر دبی جریانهای آبی و آلی بر بازدهی جدایش و منحنی‌های توزیع یک عنصر منتخب تعیین می‌شود. ۱۰- روش سنتز احتراقی: نمونه‌ای از یک آلیاژ دارای کاربرد صنعتی با استفاده از روش سنتز احتراقی ساخته شده و خواص آن بررسی می‌شود. ۱۱- ساخت آلیاژهای بسیار خالص با دستگاه از زینتر کردن: یک نمونه آلیاژ دارای کاربرد صنعتی انتخاب شده و از روش متالورژی پودر تبدیل به قطعه دارای شکل خاص می‌شود. در این آزمایش، تأثیر پارامترهای ساخت بر خواص محصول معین می‌شود. ۱۲- استفاده از موج ریز برای ساخت قطعات فلزی خاص: در این آزمایش حرارت لازم برای ذوب یا عملیات حرارتی قطعه فلزی با استفاده از موج ریز تأمین می‌شود. تأثیر روش و پارامترهای ساخت بر خواص محصول مشخص می‌شود.

استخراج فلزات نادر

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: تئوری فرآیندهای هیدرو و الکترومتالورژی

- ۱- تیتانیم: مواد اولیه، روشهای تولید روتیل مصنوعی، روشهای سولر، وسترن، مورفیور، کلرین، تولید فلز تیتانیم، تولید تتراکلرور تیتانیم، روش کرول، هانتز، کاربرد و آلیاژهای آن.
- ۲ تنگستن: مواد اولیه، تولید ترکیب واسطه آمونیوم پاراتنگستات، حل کردن اسیدی، حل کردن با سودا تحت فشار، حل کردن قلیایی با کلسانتره زیتر شده، روشهای تصفیه، ترکیب واسطه، تولید اکسید تنگستن، تولید پودر تنگستن، تولید کرید تنگستن، کاربردها و آلیاژهای آن.
- ۳- مولیبدن: مواد اولیه، تولید اکسید مولیبدن، تشویه، تشویه معلق، ساکن و سایر روشها، تصفیه مواد تشویه شده، تولید اکسید مولیبدن از مولیبدات، حل کردن با سودا، تولید پودر مولیبدن، کاربرد و آلیاژهای آن.
- ۴- زیرکونیم و هافنیوم: مواد اولیه، تولید تتراکلرور زیرکونیم و هافنیوم روش سولونت، تولید فلز زیرکونیم و هافنیوم، کاربرد و آلیاژهای آن.
- ۵- نیایوم و تانتال: مواد اولیه، حل کردن، روش قلیایی، روش اسیدی، روش کلریدی، جدا سازی و تولید فلز، روش اگزوترمیک، روش کریوترمیک، روش سدیم ترمیک، کاربرد و آلیاژهای آن.
- ۶- اورانیم: منابع و کانسارها، حل سازی اسیدی، فرآیندهای SX و IX برای اورانیم، تهیه کیک زرد، روش تبدیل تولید UO_2 خالص، احیاء با هیدروژن، تغلیظ اورانیم ۲۳۵، دیفوزیون گازی، تولید اورانیم فلزی، کاربردهای اورانیم.
- ۷- روشهای تولید فلزات نادر دیگر نظیر رنیم، ژرمانیم، سلنیم، تلوریم، پلاتینم، انتیمون و بیسموت و...



خطا در اندازه گیری

تعداد واحد: ۱

پیشنیاز: ندارد

مقدمه

آنالیز نتایج، ثبت نتایج آزمایش، دقت در اندازه گیری، موارد غیرممکن بودن اندازه گیری مقدار حقیقی، روند کردن مقادیر تجربی، تقریب، خطاها، مقدمه ای بر احتمالات - نمودار همبسته، تطابق منحنی - خطاها و عدم اطمینان: خطاهای سیستماتیک، توزیع متعادل، خطاهای ثبت نتایج در حد قابل قبول - روشهای تجربی: تحقیقات تئوری و تحقیقات تجربی، برنامه ریزی آزمایش، برنامه ریزی کلاسیک و پارامترهای مختلف مؤثر، برنامه ریزی تحقیق، مثالهای برنامه ریزی - روشهای اندازه گیری: خطاهای دستگاههای اندازه گیری، اندازه گیری مقدار انرژی حرارتی، اندازه گیری درجه حرارت، صوت - اندازه گیری های استاتیک: اندازه گیری تغییر مکان، اندازه گیری نیرو و خطاهای اندازه گیری.



پدیده های انتقال پیشرفته

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ندارد

مروری بر تعریف ویسکوزیته، سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی، جریان آرام و جریان متلاطم، موازنه های انرژی در حرکت سیال، هدایت حرارتی، هدایت حرارتی در حالت ثابت و در غیر حالت ثابت، جابجایی اجباری و طبیعی. مروری بر مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم، حل معادلات انتقال برای فرآیندهای تولید فلزات، اصول الگو سازی، الگوهای ریاضی و فیزیکی برای فرآیندهای تولید فلز، اعمال معیار تشابه در ساختن مدل های فیزیکی و ریاضی، روش تجزیه و تحلیل الگو برای یافتن فرآیند بهینه، مثالهایی از الگوهای ریاضی، الگوهای فیزیکی و طرح نیمه صنعتی.



ریاضیات پیشرفته مهندسی

تعداد واحد: ۳

پیشنیاز: ندارد

مشتقات جزئی در توابع چند متغیری - حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی - سری فوریه - حل معادلات یوسيله سری فوریه - انتگرال و تبدیل فوریه پیشرفته - تبدیل لاپلاس پیشرفته - توابع مختلط - تئوری پیشرفته توابع مختلف، فضایای کوشی - انتگرال کوشی - سری تیلور - سری مک لورن - توابع اولرین - توابع و فضایای ترانسفورماسیون و کنولاسیون - تساویهای بسل - پاراسوال - احتمالات - متغیرهای تصادفی - فرآیندهای تصادفی.



سیستم های چند تایی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ترمودینامیک پیشرفته مواد

سرفصل دروس:

- ماهیت و اهمیت دیاگرامهای چند تایی در بخش های مختلف متالورژی و بویژه استخراجی.
- مقدمات و تعاریف: تعاریف مرز، ترکیب، فاز، انرژی آزاد، فشار و درجه حرارت بحرانی، درجه آزادی، قانون فازی گیبیس، پلی مونیسم، مناطق فازی، نقص انحلال، تعادل یکنواخت یوتکتیک، پری تکنیک، مروری بر دیاگرامهای دوتایی.
- ترمودینامیک دیاگرامهای فازی در سیستم های چند تایی: محاسبه قانون فازی گیبیس، رابطه گیبیس دهم در سیستم سه تایی، پتانسیل شیمیایی و تعادل، تعادل در سیستم های چند تایی، رسم دیاگرامهای فازی از روی اطلاعات انرژی آزاد.
- استنتاج اطلاعات ترمودینامیکی از سیستم های چند تایی: تعیین درجه حرارت ذوب، تغییر نقطه ذوب ناشی از عناصر اضافه شونده، تعیین اکتیویته اجزاء ...
- دیاگرامهای سه تایی: سیستم های اکسیدی، روشهای تعیین فازهای تعادلی، تعیین ترکیب فازها، متد نمایش سیستم های سه تایی، معرفی و بررسی دیاگرامهای مهم سه تایی در فرآیندهای استخراجی.
- دیاگرامهای چهارتایی و بالاتر: نحوه ارائه سیستم های چهارتایی، اصول نمایش گرافیکی آنها، تلاقی ها، مقطع ایزوترم و ترکیبی و ...
- بررسی سیستم های چند تایی مهم متالورژی استخراجی.
- نحوه کاربرد کامپیوتر در رسم دیاگرامهای چندتایی.



بررسی فنی و اقتصادی تولید فلزات

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ندارد

مروری به اقتصاد مهندسی "ارزش زمانی پول، نرخ برگشت سرمایه، ارزش فعلی تجهیزات، ارزش آینده تجهیزات، تورم، اثر تورم در بررسی های اقتصادی، طبقه بندی هزینه های تولید، تجزیه و تحلیل نقطه سر به سر تولید و..."

تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده مواد اولیه با توجه به کیفیت آنها، تجزیه و تحلیل قیمت تمام شده محصولات فرآیند تولید (فلزات) آهن خام مذاب، آهن اسفنجی، فولاد مذاب، شمش فولاد، مس بلیستر، مس آندی، مس الکترولیز و سرب، روی، ... آلومینیم، ...

بررسی فنی و اقتصادی روشهای تولید فلزات، مقایسه آنها با یکدیگر (از نظر کمیت و کیفیت مواد اولیه، انرژی مورد نیاز، کیفیت محصولات تولیدی، قیمت تمام شده محصولات، سرمایه در گردش مورد نیاز، سرمایه ثابت مورد نیاز، حداقل و حداکثر ظرفیت ممکن، آلودگی محیط زیست، کمیت و کیفیت نیروهای انسانی مورد نیاز و...)،

تهیه ترازنامه مالی، بیلان مواد اولیه و جنسی، محاسبه سود و زیان محاسن فنی و اقتصادی جایگزینی یک نوع انرژی به جای نوع دیگر آن در فرآیند تولید فلزات با توجه به عوامل طبیعی موجود. اصول فنی و اقتصادی که باید در ارائه طرح تأسیس یک کارخانه تولید فلزات در نظر گرفته شود.



طرح و کنترل پیشرفته فرآیندهای متالورژی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: کنترل فرآیندها

طراحی فرآیندهای مواد برای حالت ثبات - کاربرد اصول بهینه سازی، در مورد فرآیندهای ذوب، تصفیه، انجماد، نورد و مانند آن - کنترل فرآیندها در حالت ثبات - طراحی کنترل کننده ها و المانهای کنترل نهایی از نوع متناسب / انتگرال و متناسب / انتگرال / مشتق - مدل سازی دینامیک برای سیستمهای چند متغیره - کاربرد مدل‌های تقریبی برای سیستمهای دینامیک - طراحی سیستمهای کنترل برای فرآیندهای جامع - جواب گذاری سیستمهای کنترل - خطی کردن مدل‌های غیر خطی - تحلیل شرایط پایداری و شرایط ناپایدار شدن سیستمها - کنترل سیستمها به کمک کامپیوتر.



تئوری تهیه و مصرف آهن اسفنجی

تعداد واحد: ۲

پیشنیاز: ندارد

- مروری بر تئوری تولید گندله و تشریح روشهای مختلف تولید گندله.
- تئوری تولید گازهای احیاء کننده و انجام محاسبات مربوط به روشهای میدرکس پورفر، هیل ...
- بررسی افزایش کربن آهن اسفنجی در روشهای مختلف احیاء ضمن تولید.
- تئوری اکسایش آهن اسفنجی تحت شرایط مختلف و روشهای عملی جلوگیری از اکسایش مجدد آهن اسفنجی قبل از مصرف.
- مقایسه فنی و روشهای مختلف تولید آهن اسفنجی متداول در ایران.
- تئوری ذوب آهن اسفنجی.
- محاسبه کربن دهی به مذاب یا جذب کردن از مذاب بوسیله تغذیه آهن اسفنجی.
- پیش گرم کردن آهن اسفنجی و بررسی امکانات عملی آن برای صرفه جویی در مصرف انرژی برق.
- بررسی جزئیات فنی ذوب آهن اسفنجی در کوره های قوس الکتریکی (روشهای مختلف شارژ آهن اسفنجی، کمک ذوبها، اکسیژن، مصرف الکترو، مصرف برق، مصرف دیرگداز، راندمان کوره...).
- مصرف آهن اسفنجی در پاتیل های گرم شونده فولاد (متالورژی ثانویه).
- تئوری ذوب آهن اسفنجی در کنورتور. بررسی جزئیات فنی مصرف آهن اسفنجی در کنورتور (نحوه شارژ آهن اسفنجی، کمک ذوب، دمش اکسیژن، تغییرات زمان ذوب، کمیت و کیفیت گازهای حاصله در ارتباط با شارژ مداوم آهن اسفنجی، مصرف دیرگداز و...).
- مختصری در مورد امکانات مصرف آهن اسفنجی در کوره بلند محاسن و معایب آن.
- جزئیات فنی نحوه مصرف آهن اسفنجی در کوره های القایی برای تولید انواع خاص چدن با خواص معین و انواع فولاد، محاسن و معایب فنی و اقتصادی کاربرد آهن اسفنجی در کوره های القایی جزئیات فنی نحوه مصرف آهن اسفنجی در کوره های کوپل محاسن و معایب کاربرد آن در کوره کوپل.

