

کارشناسی ارشد مهندسی معدن، رشته‌ی فراوری مواد معدنی

مشخصات برنامه

۱- تعریف و هدف

دوره کارشناسی ارشد فراوری مواد معدنی دوره‌ای آموزشی و پژوهشی و از رشته‌های کارشناسی ارشد مهندسی معدن است. هدف این دوره تربیت کارشناسانی است که در زمینه‌ی فراوری مواد معدنی دارای دانش لازم برای خدمت در صنایع و مراکز پژوهشی باشند.

۲- نقش و توانایی

فارغ‌التحصیلان این دوره می‌توانند در پروژه‌های تحقیقاتی، اجرایی و تخصصی در زمینه‌ی فراوری مواد معدنی فعالیت داشته و در کارخانه‌های کانه‌آرایی، هیدرومتالورژی، سرامیک، سیمان، شیشه و سایر صنایع وابسته مشغول به کار شوند.

۳- ضرورت و اهمیت

برای استفاده و بالا بردن ارزش افزوده مواد معدنی لازم است که کارخانه‌ی کانه‌آرایی نیز در کنار معدن به کار گرفته شود. با توجه به وجود معادن متنوع در ایران و نیز گسترش روزافزون صنایع ذوب فلزات و سایر صنایع معدنی، صنعت کانه‌آرایی که حلقه‌ی رابط بین معدن و صنایع مذکور است ضروری به نظر می‌رسد.



۴- شرایط پذیرش دانشجو

الف، جنسیت: مرد و زن

ب، مواد و ضرایب آزمون ورودی: مطابق بند مواد آزمون ورودی.

۵- طول دوره و شکل نظام

مدت لازم برای اتمام این دوره ۲ سال و حداقل و حداکثر زمان مجاز برای اتمام این دوره مطابق آیین‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد می‌باشد.

جدول دروس

۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد کل واحدهای لازم برای گذراندن این مجموعه ۳۲ واحد آموزشی و پژوهشی می‌باشد. واحدهای آموزشی شامل ۱۲ واحد الزامی و ۱۲ واحد اختیاری است که با توجه به سوابق آموزشی دانشجویان و با نظر اساتید راهت‌ما تعیین می‌شود. تعداد واحدهای پژوهشی ۸ واحد می‌باشد که ۲ واحد آن سمینار، شامل مطالعات نظری، مرور بر تشریحات و تهیه‌ی پیشنهاد پژوهشی در ارتباط با موضوع پروژه می‌باشد و ۶ واحد آن به پایان‌نامه اختصاص دارد (جدول ۱).

جدول ۱. تعداد واحدهای درسی و پژوهشی

تعداد واحد	
۱۲	دروس الزامی
۱۲	دروس اختیاری
۲	سمینار
۶	پایان‌نامه
۳۲	جمع

۲. مواد آزمون ورودی

مواد آزمون ورودی هر سال توسط شورای عالی برنامه‌ریزی وزارت علوم تعیین و توسط سازمان سنجش اعلام می‌شود.

۳. دروس جبرانی

دروس جبرانی رشته حداکثر ۶ واحد و مطابق جدول ۲ می‌باشد. این دروس در احتساب واحدهای لازم برای گذراندن این دوره لحاظ نمی‌شوند و با توجه به رشته‌ی تحصیلی و دروس گذرانده شده در دوره‌ی کارشناسی، در صورت امکان توسط گروه تخصصی مشخص می‌شوند.

جدول شماره ۲. دروس جبرانی برای پذیرفته‌شدگان رشته‌های مختلف - کارشناسی ارشد رشته‌ی فراوری مواد معدنی

درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
فلوتاسیون	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
آزمایشگاه فلوتاسیون	۱	-	۱	عملی	جبرانی	۳۲
مبانی هیدرومتالورژی و آزمایشگاه	۳	۲	۱	نظری-عملی	جبرانی	۶۴
کانی شناسی توصیفی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
سنگ شناسی	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
مبانی کانه آرای	۲	۲	-	نظری	جبرانی	۳۲
آزمایشگاه مبانی کانه آرای	۱	-	۱	عملی	جبرانی	۳۲

۴. دروس الزامی

عناوین دروسی که کلیه دانشجویان موظف به گذراندن آنها می‌باشند به شرح جدول ۳ است:

جدول شماره ۳. دروس الزامی - کارشناسی ارشد رشته‌ی فراوری مواد معدنی

ردیف	نام درس	تعداد واحد	واحد نظری	واحد عملی	نوع واحد	نوع درس	تعداد ساعت
۱	فلوتاسیون پیشرفته	۲	۲	-	نظری	الزامی	۳۲
۲	کانه آرایی پیشرفته	۲	۲	-	نظری	الزامی	۳۲
۳	مدل‌سازی، شبیه‌سازی و مابندی کنترل سیستم‌های فراوری مواد معدنی	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۴	هیدرومتالورژی پیشرفته	۳	۳	-	نظری	الزامی	۴۸
۵	خردایش پیشرفته	۲	۲	-	نظری	الزامی	۳۲

۵. دروس اختیاری

۱۲ واحد از مجموعه دروس دوره تحصیلات تکمیلی رشته‌ی فراوری مواد معدنی (جدول ۴) بنا به تشخیص گروه تخصصی انتخاب می‌شود.

جدول ۴. مجموعه دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی فراوری مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کانی شناسی فرآیند	۲
۲	فراوری مواد معدنی غیر فلزی	۲
۳	فراوری مواد معدنی و محیط زیست	۲
۴	روش‌های تغلیظ و تخلیص محلول‌های لیچ	۲
۵	طراحی و تحلیل آزمایش‌ها	۲
۶	پدیده‌های سطحی	۲
۷	مدیریت و بازیافت باطله‌ها و قراضه‌ها	۲
۸	بیوفناوری در فراوری مواد معدنی	۲
۹	نانو فناوری در فراوری مواد معدنی	۲
۱۰	روش‌های استحصال فلزات با ترکیبات آن‌ها از محلول	۲
۱۱	فراوری ذرات ریز	۲
۱۲	فراوری عنصر نادر خاکی و رادیواکتیو	۲
۱۳	بیشرفت‌های جدید در تجهیزات فراوری مواد معدنی	۲
۱۴	اخلاق در مهندسی	۲
۱۵	الکترومتالورژی	۲
۱۶	اصول طراحی کارخانه‌های فراوری مواد معدنی	۲
۱۷	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳
۱۸	انتقال جرم و حرارت	۲
۱۹	مباحث ویژه	۲

تبصره ۱- در صورت تایید استاد راهنما و گروه مربوط، دانشجو می‌تواند حداکثر یک درس خود را از سایر رشته‌های مهندسی معدن یا سایر رشته‌های مرتبط اخذ نماید.

تبصره ۲- چنانچه گروه تخصصی بخواهد هر یک از دروس اختیاری فاقد سرفصل در این برنامه را ارائه کند؛ لازم است سرفصل پیشنهادی خود را با توجه به استانداردهای این برنامه تهیه و پس از تأیید مراجع ذیصلاح دانشگاه برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن وزارت متبوع ارسال نماید. بدیهی است سرفصل پیشنهادی پس از تصویب در کمیته قابل اجرا خواهد بود.

تبصره ۳- سرفصل درس مباحث ویژه با توجه به نیاز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه‌ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.



سرفصل دروس الزامی
رشته‌ی فراوری مواد معدنی



۶. سرفصل دروس الزامی

دروس پیش نیاز	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	فلوتاسیون پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Advanced Flotation
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با فلوتاسیون مواد مختلف و ایجاد توانایی تحلیل فرایند فلوتاسیون در شرایط مختلف
سرفصل درس:



مروری بر فلوتاسیون و محدودیت‌های آن و مقایسه آن با سایر روش‌ها
مروری بر مکانیزم شناور سازی کانی‌ها
مروری بر پارامترهای موثر در شناور سازی
مشکلات نرمه‌ها در فلوتاسیون و روش‌های فراوری آن‌ها
خواص فیزیکی و شیمیایی نرمه‌ها و ارتباط آن‌ها با یکدیگر در فلوتاسیون
فیزیک و هیدرو دینامیک حباب هوا و پارامترهای موثر در آن
فرایندهای مختلف اتصال ذره به حباب (هیدرودینامیکی، ترمودینامیکی، الکترو دینامیکی)
فرایندهای شیمیایی و تأثیر آن‌ها در فلوتاسیون
روش‌های خاص فراوری نرمه‌ها (اگلومراسیون، فلوکولاسیون، کوگولاسیون، الکتروفلوتاسیون، آنروفلوتاسیون، فلوتاسیون روغنی، فلوتاسیون رسوبی و فلوتاسیون ستونی)
معرفی ستون فلوتاسیون، اجزاء تشکیل دهنده و نحوه کار آن و مزایای فلوتاسیون ستونی نسبت به فلوتاسیون معمولی
معرفی پارامترهای موثر در فلوتاسیون ستونی
طراحی و ساخت ستون فلوتاسیون
سینتیک فلوتاسیون و زمان بهینه
محاسبه حجم و تعداد سلول‌های فلوتاسیون در مراحل راکتور، رمق‌گیر و شستشو
معیارهای تعیین زمان بهینه برای طراحی مدارهای فلوتاسیون
فلوتاسیون واقعی و غیر واقعی و شیوه‌های راه یابی باطله به کنسانتره
* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Mineral processing Technology, B. A. Wills, 1997
2. Fine particle processing, Vol.1&2, P.Somasundaran, 1997
3. Column Flotation, Finch, 1990
4. Introduction to Mineral processing, E. G. Kelly, D. J. spottiswoud, 1989
5. فلوتاسیون، بهرام رضایی، انتشارات دانشگاه هرمزگان، ۱۳۷۵
6. شیمی فلوتاسیون، موریس فورستینو، جان میلر، مارتین کان، ترجمه محمود عبدالحی، انتشارات جهاد دانشگاهی تربیت مدرس، چاپ دوم ۱۳۹۱، شابک ۱-۸۹-۶۰۹۶-۶۴۴
7. کانه آرایی، جلد دوم، حسین نعمت الهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، شابک ۸-۴۵۲۸-۰۳-۹۶۴
8. فلوتاسیون ستونی، فینچ، جی. ا. ترجمه صمد بنیسی، محمد نزاری، شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۸۱.



درس پیش نیاز	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	کانه آرایبی پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Mineral Processing

اهداف کلی درس:

آشنایی با روش‌های نمونه برداری و تکنیک‌های موازنه جرم در مدارهای مختلف فرآوری مواد و طراحی تیکنرها و فیلترها

سرفصل درس:

کلیات

تعیین حداقل وزن نمونه‌ی لازم برای مطالعات کانه آرایبی در مقیاس‌های مختلف و محاسبه خطای آن

محاسبات متالورژیکی

روش‌های توازن جرمی

تهیه تراز متالورژیکی یک کارخانه

استفاده از آنالیزهای دانه بندی، ضرایب رقت در توازن جرمی

تحلیل حساسیت در فرایندهای کانه آرایبی

دقت ماکزیمم در محاسبات بازیابی دو محصوله

موازنه‌ی جرم و اصلاح مقادیر با استفاده از روش لاگرانژ

فرمول ماتریسی لاگرانژ در اصلاح مدارهای بیش از سه جریان

موازنه‌ی جرم در مدارهای پیچیده

نمونه برداری از محل‌های مناسب و شرایط لازم برای موازنه

آزمون استقلال جریان‌ها

آزمون مناسب بودن جریان‌ها

تخمین نرخ‌های جریان و تصحیح داده‌ها

طرح نمونه برداری برای موازنه جرم در فلوشیت‌های با جریان‌های چند مؤلفه‌ای

طراحی تیکنر

طراحی فیلتر

منحنی‌های جدایش

* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Mineral Processing Technology, B. A. Wills, 2006, ISBN-10: 0750644508
2. موازنه جرم در سیستم‌های فراوری مواد معدنی، صمد بنیسی، محمدرضا یاراحمدی، دانشگاه هرمزگان، ۱۳۹۱. شابک ۹۶۴-۷۲۳۵-۰۱-۱
3. Introduction to Mineral Processing, G. Kelly, Wiley, 1982.
4. Mineral Processing Plant Design and Practice, Edited by Andrew L. Mular, Doug N. Hable, Derek J. Barratt, SME, 2002, ISBN 0-87335-223-8



درس پیش نیاز	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	مدل سازی، شبیه سازی و میانی کنترل سیستم های فراوری مواد معدنی
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Modeling, Simulation and Principle of Control of Mineral Processing Systems

اهداف کلی درس:

آشنایی با نحوه توصیف ریاضی فرایندهای مهم کانه آرایی
 آشنایی با عوامل موثر در مدل سازی خردایش
 فراگیری کار با نرم افزار شبیه سازی زمان ماند، تعیین تابع شکست و شبیه سازی خردایش
 مدل سازی فلوتاسیون با استفاده از صفحه گسترده ها
 آشنایی با مفاهیم اولیه کنترل تناسبی، انتگرالی و دیفرانسیلی (PID)
 سرفصل درس:

مفاهیم اولیه: تعریف جریان اختلاط کامل و بیستونی، مخلوط کننده های کامل (Perfect Mixers & Plug Flow)، سینتیک واکنش ها
 توابع زمان ماند در تجهیزات مورد استفاده در فراوری خردایش: مقدمه، تابع شکست و انتخاب (تعریف، شیوه تعیین و تفسیر)، تأثیر اندازه دانه ها، کتله و آبجکت بر تابع انتخاب تعیین ماتریس آسیا و روش حل و کاربرد آن
 هیدروسیکلون: مدل ریاضی کار سیکلون و نحوه به دست آوردن و تعیین پارامترهای آن، استفاده از مدل های آسیا کردن در هیدروسیکلون برای نمایش کار آسیا در مدار بسته
 مدل سازی مدارهای فلوتاسیون: مقدمه، مروری بر سینتیک فلوتاسیون، الگوریتم مدل سازی برای یک سلول، پایه های نظری مدل، مثال های کاربردی
 توجیه اقتصادی نصب سیستم های کنترل صنعتی
 مروری بر کنترل فرایندها، سطوح مختلف کنترل فرایندهای پیوسته
 عناصر اصلی کنترل: مفاهیم کلی، کنترل کننده های پسخوران (Feedback)، کنترل تناسبی و انتگرالی، تنظیم کنترل کننده ها، کنترل دیجیتالی
 کار با نرم افزارها، مدل سازی واحدهای مختلف فراوری با پیاده سازی روند مدل سازی در محیط های مختلف (Excel و MatLab)
 * دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
---	آزمون نوشتاری	---	---

	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Levenspiel, O. Chemical Reaction Engineering 2ndEd., j. Wiley and Sons, New York, 1972.
2. King, R.P., Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems, Butterworth – Heinemann, 2001. Lynch, A.J., Johnson, N.W., Manlapig, E.V. and Throne, C.G., Mineral and Coal flotation Circuits, Their Simulation and Control, Elsevier, 1981.
3. Napier – Munn, T.j., Morrell S., Morrison R.D., Kojovic T., Mineral Comminution Circuits, Their Operation and Optimization, JK Mineral Research Centre, Australia, 1996.
4. P. Ghobadi, M. Yahyaei, S. Banisi” Optimization of the Performance of the Flotation Circulates Using a Process Based-Rules Oriented Genetic Algorithm.” International Journal of Mineral Processing, vol.98, 174-181-2011.
5. Sbarbaro, D., Del villar, R., “ Advanced Control and Supervision of Mineral Processing Plants”, Springer, 2010.
6. بنیسی، صمد، مسائل کاربردی فراوری مواد- معدنی (دو جلدی، ویرایش سوم)، انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ۱۳۸۸.
7. بنیسی، صمد و یاراحمدی، محمدرضا، موازنه جرم در مدار سیستم‌های فراوری مواد، انتشارات دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ۱۳۹۱.
8. فرمد، علیرضا، یحیایی، محسن و بنیسی، صمد، تعیین توزیع زمان ماند در آسیاکنی و فلوئاسیون با استفاده از ترم افزارهای صفحه گسترده، روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن و مدار، شماره ۰۱، ۱۳۸۹.



درس پیش‌نیاز: ...	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	هیدرومتالورژی پیشرفته
			۳	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	Advanced Hydrometallurgy
			۴۸	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آموزش مراحل فرایند هیدرومتالورژی از منابع اولیه و ثانویه

سرفصل درس:

کلیاتی از مراحل فرایند هیدرومتالورژی و مروری بر لیچینگ کانی‌ها و منابع ثانویه در فرایند مطالعات مقدماتی برای ویژگی شناسی کانسنگ‌ها و منابع ثانویه (قراضه‌ها و پسماندها) انتخاب عامل لیچینگ و اقتصاد فرایند

روش‌های لیچینگ شامل درجا، همزنی، هیپ و ...

لیچینگ فلزات طلا، نقره و ...



لیچینگ اکسیدها و هیدروکسیدها: بوکسیت‌ها، لاتریت‌ها، کانه‌های اورانیوم، کانی‌های لکسیدها، زئولیت‌ها

لیچینگ اکسیدهای کمپلکس: ایلمینیت، سرباره تیتانیوم، ولفرامیت، ...

لیچینگ سولفیدها، سلنیدها و تلوریدها، آرسنیدها

لیچینگ فسفات‌ها

لیچینگ سیلیکات‌ها

لیچینگ کلریدها و سولفات‌ها

فرایندهای رایج در صنعت مانند فرایند یایر، هیپ مس اکسیدی، همزنی و هیپ طلا، ...

کلیات فرایند های تغلیظ و تخلیص محلول‌های باردار حاصل از لیچینگ (کربن فعال، تبادل یونی و استخراج با حلال)

روش‌های تولید فلزات و ترکیبات آن‌ها

* دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد:

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. A textbook of Hydrometallurgy, f.Habashi, 1993.
2. Hydrometallurgy in Extraction processes, Vol1, C. K. Gupta, T. K. Mukherjee, 1990, ISBN0849368049.
3. هیدرومتالورژی (جلد اول)، کلیات و لیجینگ کانی‌های مختلف، سیدضیاءالدین شقایب، محمود عبداللهی - چاپ دوم ۱۳۹۱.
4. هیدرومتالورژی (جلد دوم)، عمل‌آوری محلول‌های لیجینگ، محمود عبداللهی - سیدضیاءالدین شقایب - چاپ دوم ۱۳۸۵.



درس پیش نیاز	الزامی	نوع درس	تعداد واحد	خردایش پیشرفته
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				Advanced Grinding

اهداف کلی درس:

آشنایی با مباحث مرتبط با خردایش مواد معدنی

سرفصل درس:

عوامل موثر در انرژی مصرفی در آسیاهای گردان، شرایط عملیاتی، شکل استر و بار خرد کننده
 فعال سازی مکانوشیمیایی در آسیاهای گردان و نقش آن در فراوری مواد معدنی
 تأثیر درصد انباشتگی و ویسکوزیته پالپ در نرخ خردایش و کارایی آسیاهای گردان
 اندرکنش گالوانتیک در آسیاها و نقش آن در فلوتاسیون کانی های سولفیدی
 نقش شرایط عملیاتی و مشخصات آسیا در شکل ذرات محصول
 نقش مواد افزودنی (کمک خردایش) در انرژی مصرفی و نرخ خردایش مواد
 نقش نوع و شکل استرها در نحوه حرکت و نرخ خردایش و کارایی آسیاهای گردان
 نقش شکل واسطه‌ی خردایش در نرخ خردایش و کارایی آسیاهای گردان
 معرفی آسیاهای غلطکی پر فشار (HPGR) و ارزیابی عملکرد و کاربردهای آنها
 شبیه سازی و مدل سازی خردایش در آسیاهای گردان
 عملکرد و کاربرد استرهای سرامیکی و لاستیکی در آسیاهای گردان



* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجوی در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Mineral Processing Technology, B. A. Wills, 2006, ISBN 0750644508.
2. Mineral Processing Design and Operation, A. Gupta & D. S. Yan, 2006, ISBN 0080454615.
3. Modeling and Simulation of Mineral Processing Systems, R. P. King, 2001, ISBN 0080511848.
۴. تکنولوژی فرآوری مواد معدنی (خردایش و طبقه بندی) - بهرام رضایی، موسسه تحقیقاتی و انتشاراتی نور، ۱۳۷۶.
۵. مقدمه‌ای بر آسیاهای خودشکن و نیمه خودشکن - محمد نوع‌پرست - مهدی قراباغی - هادی عبدالهی، نوآور، ۱۳۸۷.
۶. کانه آرایی، جلد اول، حسین نعمت‌الهی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، شابک ۹۶۴-۰۳-۴۸۹۰-۰۲.



سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی
فراوری مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)



۷. سرفصل دروس اختیاری تحصیلات تکمیلی رشته‌ی فراوری مواد معدنی (کارشناسی ارشد و دکتری)

درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	فراوری مواد معدنی و محیط زیست
			۲	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت		
		۳۲		
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

منابع آلاینده آب و هوا و خاک در بخش معدن

سرفصل درس:

تعریف محیط زیست و اصطلاحات زیست محیطی

آلودگی هوا، آب و خاک با صنعت معدن کاری

تبعات زیست محیطی در مراحل مختلف معدن کاری (اکتشاف، استخراج و فرآوری)

مؤلفه‌های حفاظت محیط زیست

مشخصات کیفی و مشکلات زیستمحیطی آب معدن

آلاینده‌های آب معدن و پارامترهای کیفی آب معدن

منابع تولید ضایعات خطرناک در مراحل مختلف معدنی

بررسی عوامل مؤثر در تولید زهاب معدنی

- زهاب‌های معدنی (زهاب اسیدی معدن، زهاب اسیدی سنگ، زهاب‌های معدنی خنثی شده)

- واکنش‌های اکسایش شیمیایی و بیولوژیکی و تولید زهاب اسیدی معدن

- عوامل مؤثر بر نرخ اکسید شدن کانی‌های سولفیدی

- نقش کانی‌های خنثی کننده زهاب اسیدی معدن

- اثرات زیست محیطی زهاب اسیدی معدن

- آلودگی با فلزات سنگین

- مدل‌سازی زهاب اسیدی معدن (مدل مغزه انقباضی، مدل نفوذ اکسیژن، مدل جریان آب، مدل انتقال آلودگی و مدل آنالیزی)

- روش‌های پیش‌بینی تولید زهاب اسیدی

- کنترل تولید و مهاجرت زهاب اسیدی معدن

- معیارهای ارزیابی میزان آلودگی رسوبات به فلزات (ضریب آلودگی، درجه آلودگی، ضریب بار آلودگی، ضریب زمین انباشت، عامل

غنی شدگی)

- معیارهای ارزیابی میزان آلودگی آب به فلزات (اندیس آلودگی فلز سنگین، اندیس سنجش فلز سنگین و درجه آلودگی)

- دیاگرام‌های هیدروژئوشیمی در مطالعه تب آب‌های معدنی

- آلودگی آب‌های زیرزمینی با فعالیت‌های معدنی

روش‌های جلوگیری از انتقال فلزات سنگین به منابع آب

روش‌های خنثی سازی و پاک‌سازی مناطق آلوده

* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Hounslow, A.W. (1995). Water quality data, analysis and interpretation, Lewis Publishers, CRC Press, U.S.A, 397p.
2. Liu D.H.F. and Liptak B.G. (1999). Environmental Engineering Handbook, CRC Press LLC, ISBN: 0849321573
3. Stiefel R.C. and Busch, L.L. (1983). Surface water quality monitoring. Surface Mining Environmental Monitoring and Reclamation Handbook, L.V.A. Sendlein, H. Yazicigil and C.L. Carlson (Eds.), Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, pp. 189-212.
4. Watson, I. And Burnett, A.D. (1993). Hydrology an Environmental approach, Buchanan Books, Cambridge, Ft. Lauderdale, 702p.
5. Williams, R.E. (1975). Waste production and disposal in mining, milling, and Metallurgical industries, Miller-Freeman Publishing Company, San Francisco, California, 489p.
6. Walter Geller, Helmut Klapper, Wim Salomons, (2011). Acidic Mining Lakes: Acid Mine Drainage, Limnology and Reclamation (Environmental Science and Engineering / Environmental Science, Springer, 450 pages , ISBN-10: 3642719562



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	روش‌های تغلیظ و تخلیص محلول‌های لیچ
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

کلیات

روش‌های تغلیظ و تخلیص و مقایسه آن‌ها با هم
روش جذب سطحی روی کربن فعال، مکانیزم جذب سطحی،
فرایند جداسازی و جنبه‌های مهندسی

کاربردهای روش جذب سطحی

روش تبادل یونی: روش‌ها، تجهیزات و مواد

مکانیزم تبادل یونی

کاربردهای روش تبادل یونی

روش استخراج با حلال: جنبه‌های مهندسی و تجهیزات

منحنی‌های استخراج

نحوه ساخت منحنی‌های McCabe- Thiele

انواع استخراج کننده‌ها

مکانیزم استخراج و استخراج با مخلوطی از حلال‌ها

فازهای آبی و آلی

کاربردهای روش استخراج با حلال

طرح مباحث نو

* دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوط، یک پروژه مستقل ارائه نماید.



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. A text book of Hydrometallurgy, f.Habashi
2. Hyrometallurgy in Extraxction processes, Gupta

۳. هیدرومتالورژی، عمل آوری محلول‌های لیچینگ (جلد دوم)، دکتر محمود عبداللہی - دکتر سیدضیاءالدین شفاہی ۱۳۹۳



تعداد واحد	نوع درس	اختیاری	درس پیش‌نیاز ...	طراحی و تحلیل آزمایش‌ها
تعداد ساعت	نوع واحد	نظری	...	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:

مقدمه: روش علمی و چرخه فرض - آزمایش - مدل، اهمیت طراحی آزمایش‌ها و تحلیل آن‌ها
 مروری بر مبانی آمار و احتمالات: توزیع احتمال، آزمون‌های فرض، حدود اطمینان، مقایسه‌ی میانگین و انحراف معیار جوامع، تحلیل واریانس (ANOVA)
 رگرسیون: مفهوم "کمترین مجموع مربعات" و برازش مدل خطی و غیر خطی به داده‌ها (استفاده از Solver اکسل)، رگرسیون خطی چندگانه^۱ (فرم ماتریسی)، آنالیز مدل رگرسیون (ANOVA و آنالیز باقیمانده‌ها، کفایت مدل)، کم و زیاد کردن پارامترها (رگرسیون پله به پله^۲)، همبستگی داده‌ها و رگرسیون Ridge
 طرح‌های آزمایشی:

- ✓ مفاهیم پایه درباره طرح‌های آزمایشی (عوامل، سطوح، پاسخ، اثر، اثر متقابل^۳)، تضاد^۴ سازی و بلوک سازی^۲
- ✓ طرح فاکتوریل کامل ۲۲ و آنالیز آن (تعریف متعامد بودن طرح، مدل رگرسیون خطی^۵ و مبانی طرح و آنالیز آن، سطح پاسخ و بهینه سازی)، طرح فاکتوریل کامل^۶ (بلوک سازی و آمیختگی^۷ در این طرح، تحلیل نتایج)
- ✓ طرح فاکتوریل دو سطحی کسری^۸، مفهوم وضوح طرح^۹، آنالیز نتایج، مرور کلی بر طرح‌های فاکتوریل کامل و کسری در سطوح بالاتر از دو، مربعات لاتین
- ✓ روش سطح پاسخ^۷ و بهینه سازی سطوح عوامل، طرح‌های کامپیوتری (طرح‌های موسوم به بهینه^۸) آشنایی با روش ناگوچی
- ✓ طراحی اختلاط^۹
- ✓ آموزش نرم افزارهای WinRobust, Minitab, DX8

© دانشجوی موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

^۱ Multiple linear regression
^۲ Stepwise regression
^۳ Randomization and Blocking
^۴ Confounding
^۵ Fractional Factorial
^۶ Design resolution
^۷ Response surface
^۸ Optimal design
^۹ Mixture design & combined design

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Box, G.E.P., Hunter, W.G. et Hunter, J.S., « Statistics for Experimenters », Wiley, 1978.
2. Montgomery, D.C. et Runger, G.C., « Applied Statistics and Probability for Engineers », Wiley, 2nd edition, 1999.
3. Draper, N.R. et Smith, H., « Applied Regression Analysis », Wiley, 3rd ed., 1998.
4. D.C. Montgomery, « Design & Analysis of Experiments » John Wiley & Sons, 5th edition (2001)
- ۵ طرح و تحلیل آزمایش‌ها، داگلاس سی مونتگمری، ترجمه دکتر رسول نورالستاء، جلد اول، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۹۳، شابک ۹۶۴-۴۵۴-۱۶۸-۵
- ۶ طرح و تحلیل آزمایش‌ها، داگلاس سی مونتگمری، ترجمه دکتر غلامحسین شاهکار، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۰، شابک ۹۶۴-۰۱-۱۰۱۶-۷



درس پیش‌تیاژ ندارد	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	اصول طراحی کارخانه‌های فراوری مواد معدنی
			۲	
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	
			۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/> سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

سرفصل درس:



مبانی طراحی فلوشیت در مقیاس‌های شیشه، آزمایشگاهی، پایه، نیمه صنعتی و صنعتی
اسناد و مدارک و اطلاعات اولیه طراحی
بررسی‌های امکان‌سنجی و اقتصادی اولیه
اصول طراحی

- ✓ طراحی و انتخاب دستگاه‌های خردایش
- ✓ طراحی و انتخاب دستگاه‌های طبقه‌بندی (سرندها و سیکلون‌ها)
- ✓ طراحی و انتخاب دستگاه‌های جدایش ثقلی و مغناطیسی
- ✓ طراحی و انتخاب مدارهای فلوتاسیون و لیچینگ
- ✓ مقدمه‌ای بر عملیات و دستگاه‌های جانبی (تیکتر و فیلتر - خشک‌کن - حمل پالپ - غبارگیر)

انتخاب محل کارخانه نسبت به معدن
انتخاب سد یا طله نسبت به کارخانه و معدن
جانمایی، ترتیب و استقرار وسایل و تجهیزات
روش‌های مهندسی طراحی و ساخت
لیست خدمات پایه مهندسی
لیست خدمات تفصیلی مهندسی
هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی

دانشجو موظف است در قالب مباحث نظری آموزش داده شده طبق نظر استاد مربوطه، یک پروژه مستقل ارائه نماید.

روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	...		

منابع:

1. Mineral Processing Plant Design, A. Mular, B. Bhappu, 2000.
2. Mineral Processing Hand Book, N. Weiss Section 33, Design of Plants, 2005.
3. Denver Sala Basic (Denver + Sala Company), 2005.
4. Basics in Mineral Processing (Metso), 2003.
5. Hydrometallurgy, J. Hiskey, Process Modeling and Scale-up, 1993.
6. Column Flotation, J. Finch, 1990.
7. Mineral Processing Technology, B. A. Wills, 2006, ISBN-10: 0750644508
8. اصول فرآوری مواد معدنی، Metso Minerals، ۲۰۰۳.
9. تکنولوژی فرآوری مواد معدنی، بهرام رضایی ۱۳۷۶.
۱۰. فلوتاسیون، بهرام رضایی ۱۳۷۵.
۱۱. اصول طراحی کارخانه، ترجمه گروه مهندسی صنایع-جهاد دانشگاهی شریف، ۱۳۷۶.



درس پیش‌نیاز	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد	ریاضیات مهندسی پیشرفته
			۳	
نظری	نوع واحد	تعداد ساعت	۴۸	
		سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>		
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم ریاضی مورد نیاز در فعالیت‌های مرتبط با فراوری مواد معدنی

سرفصل درس:

آنالیز تنسوری خطی: معرفی بردارها و تنسورهای رتبه دو و بالاتر، قوانین جمع و ضرب بردارها و تنسورها، معرفی بردارهای پایه و دستگاه‌های مختصات متعامد و غیر متعامد (ابلیک) و مؤلفه‌های کوواریانت و کنتراواریانت و مخلوط بردارها و تنسورها

آنالیز تنسوری غیرخطی: بیان چمبره‌ها (منیقولدها) و سیستم مختصات منحنی الخط، بیان بردارها و تنسورها در دستگاه‌های منحنی الخط، معرفی تنسورهای متریک، بیان مقادیر ویژه و بردارهای ویژه تنسورها، مشتق گیری از تنسورها بیان نشان‌ها (سیمبل) کریستوفل از نوع اول و دوم، ارائه مثال‌های مهندسی کاربردی از تنسورها مانند تنش کوشی کرنش‌های اویلری و لاگرانژی و تنسور نفوذ پذیری.

سری فوریه کاربرد و محاسبه سری‌های عددی به کمک سری فوریه - تساوی بسل - پارسوال

انتگرال فوریه - تعریف - قضایای مربوطه

حساب تغییرات، روش‌های تقریبی (عددی) حل معادلات دیفرانسیل

فرم دیفرانسیل خارجی

متمم معادلات مشتق جزئی: حل معادله ریمان مرتعش به روش فوریه و روش دالامبر

حل معادله انتقال حرارت در مختصات دکارتی

حل معادله $\Delta U = 0$ مختصات دکارتی، مختصات استوانه‌ای و مختصات کروی

متمم جبر ماتریس‌ها قضیه‌ها میلتن - کیلی

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل به روش ماتریسی - مسائل ویژه مقدار ماتریس

حل دستگاه‌های معادله دیفرانسیل با استفاده از قضیه هامیلتن - کیلی برای حالات مختلف

جبر بول - ماتریس بول و کاربرد آن

کاربرد آمار در فراوری مواد معدنی



روش ارزیابی:

ارزیابی دانشجو در این درس، طبق نظر استاد مربوط و در موارد زیر صورت می‌پذیرد.

پروژه	آزمون‌های نهایی	میان‌ترم	ارزشیابی مستمر
...	آزمون نوشتاری
	...		
	عملکردی		
	-		

منابع:

1. Allen Jeffrey , "Advanced Engineering Mathematics" Second edition, Academic Press, INC2002
2. Erwin Kreyszig, "Advanced Engineering Mathematics" 9th edition, Wiley International Edition, 2006



درس پیش‌نیاز ...	اختیاری	نوع درس	تعداد واحد ۲	مباحث ویژه
	نظری	نوع واحد	تعداد ساعت ۳۲	
آموزش تکمیلی عملی: دارد <input type="checkbox"/> ندارد <input checked="" type="checkbox"/>				
سفر علمی <input type="checkbox"/> کارگاه <input type="checkbox"/> آزمایشگاه <input type="checkbox"/>				

* سرفصل این درس با توجه به تراز رشته و موضوعات جدید در زمینه‌های مرتبط با رشته‌ی تحصیلی توسط استاد مربوطه تهیه و پس از تصویب در گروه آموزشی دانشگاه برای حداکثر دو دوره قابل اجرا خواهد بود. پس از آن گروه آموزشی می‌بایست سرفصل درس را برای تصویب به کمیته برنامه ریزی مهندسی معدن ارسال نماید تا عنوان درس و سرفصل آن به صورت درس اختیاری جدید در برنامه ثبت گردد.

