

فصل سوم

سرفصل دروس

(۳-۲ تبدیل انرژی)



۳ واحد ۴۸ ساعت	انتقال حرارت هدایت (ME2104) Conduction Heat Transfer آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	<p>مقدمه</p> <ul style="list-style-type: none"> - قانون فوریه - معادلات انتقال حرارت در مختصات دکارتی - استوانه‌ای، کروی و منحنی الخط متعممد - معادلات همگن و غیر همگن - شرایط مرزی همگن و غیرهمگن 	
۲	<p>حل با استفاده از روش جدائی متغیرها</p> <ul style="list-style-type: none"> - حل معادلات انتقال حرارت هدایت دانمی و گذرا با چشمۀ حرارتی در مختصات دکارتی، استوانه‌ای - کروی با استفاده از روش جدائی متغیرها 	
۳	<p>حل با استفاده از روش دو هامل</p> <ul style="list-style-type: none"> - حل مسائل انتقال حرارت توان با شرایط مرزی تابع زمان با استفاده از روش جمع‌پذیری Duhamel 	
۴	<p>حل با استفاده از روش تابع گرین</p> <ul style="list-style-type: none"> - حل معادلات غیر همگن با شرایط مرزی غیر همگن با استفاده از تابع گرین در مختصات دکارتی، استوانه‌ای و کروی 	
۵	<p>حل با استفاده از روش تبدیل انتگرال</p> <ul style="list-style-type: none"> - حل معادلات غیر همگن با شرایط مرزی غیر همگن با استفاده از روش تبدیل انتگرال در مختصات متعممد 	
۶	<p>حل با استفاده از روش تبدیل لاپلاس</p> <ul style="list-style-type: none"> - حل معادلات در حالت خاص با استفاده از روش تبدیل لاپلاس 	
۷	<p>روش تقریبی حل معادلات</p> <ul style="list-style-type: none"> - روش انتگرالی Polhausen - روش تقریبی ریزوگالرکین 	



	روشهای عددی حل معادلات انتقال حرارت هدایت با استفاده از روش اختلاف محدود و اجزاء محدود	۸
--	---	---

منابع

ردیف	عنوان
۱	Conduction Heat Transfer M.N.Ozicik



۳ واحد ۴۸ ساعت	انتقال حرارت جابجایی (ME2101) Convection Heat Transfer آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مقدمه‌ای بر انتقال حرارت جابجایی و مفاهیم پایه انتقال حرارت جابجایی ، اجباری، آزاد، ترکیبی، ضریب انتقال حرارت جابجایی ، کاربرد آنالیز ابعادی در جابجایی، تعبیر فیزیکی اعداد بدون دیمانسیون، خواص سیال	
۲	فصل ۲: معادلات حاکم در انتقال حرارت جابجایی معادلات پیوستگی، ناویر-استوکس، انرژی، حل تشابه در انتقال حرارت اجباری، فرضیات ساده کننده مورد استفاده در انتقال حرارت جابجایی ، معادلات لایه مرزی در جریان آرام، معادلات انتگرالی لایه مرزی	
۳	فصل ۳: جریان لایه مرزی آرام و کاربرد آن در جریان‌های خارجی حل تشابه برای جریان روی صفحه تخت با دمای ثابت، حل انتگرالی جریان روی صفحه تخت با شار حرارتی ثابت، اثر تغییرات خواص سیال روی جریان لایه مرزی ، حل معادلات حاکم	
۴	فصل ۴: جریان‌های داخلی آرام جریان توسعه یافته آرام در لوله‌ها، جریان توسعه یافته آرام در کانال‌ها با مقاطع مختلف، جریان آرام در لوله با میدان دمای در حال توسعه، جریان آرام در لوله با سرعت و دمای در حال توسعه	
۵	فصل ۵: معرفی جریان مغشوش معادلات جریان مغشوش، مدل‌های طول مخلوط جریان مغشوش، مدل‌های پیشرفته جریان مغشوش، حل تشابه برای انتقال حرارت در جریان مغشوش، ناحیه تزدیک دیوار، کذر از جریان آرام به مغشوش	
۶	فصل ۶: جریان لایه مرزی مغشوش و کاربرد آن در جریان‌های خارجی حل تشابه برای جریان‌های لایه مرزی ، حل انتگرالی جریان مغشوش	
۷	فصل ۷: جریان‌های داخلی مغشوش حل تشابه برای جریان توسعه یافته داخل لوله، جریان مغشوش با دمای در	



	حال توسعه، جریان در حال توسعه در کانال ها	
	فصل ۸: جریان جابجایی آزاد تقریب بوزینتسک، معادلات لایه مرزی در جریان آزاد، حل تشابه جریان لایه مرزی آرام در جریان آزاد، جریان لایه مرزی مغشوش در جابجایی آزاد، حل انتگرالی لایه مرزی در جریان جابجایی آزاد	۸
	فصل ۹: انتقال حرارت جابجایی ترکیبی معادلات حاکم، جریان لایه مرزی ترکیبی آرام روی صفحه تخت با دمای ثابت، ترکیب جابجای آزاد و اجباری روی صفحه افقی	۹

منابع

ردیف	عنوان
۱	Latif M. Jiji, Heat Convection, Second Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009
۲	P. H. Oosthuizen and D. Naylor, Introduction to Convective Heat Transfer Analysis, McGraw – Hill publisher, New-York, 1999



۳ واحد ۴۸ ساعت	انتقال حرارت تشعشع (ME2105) Radiation Heat Transfer	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱- مقدمه • تعاریف و سیمبل ها • اهمیت تشعشع حرارتی • مشلات ذاتی مسائل تشعشع • امواج الکترو مغناطیسی	
۲	فصل ۲- تشعشع اسام سیاه • تعریف و خواص جسم سیاه • خصوصیات صدور جسم سیاه • خواص اپتیکی اجسام غیر سیاه • روابط بین خواص اپتیکی	
۳	فصل ۳- ضرایب شکل سطوح با انتقال تشعشع دیفیوز یکنواخت • معرفی تئوری محفظه و استفاده از ضریب شکل • ضریب شکل تابشی بین دو سطح • روش های محاسبه ضریب شکل	
۴	فصل ۴- تبادل تشعشع در یک محفظه مرکب از سطوح سیاه و خاکستری • تبادل تشعشع بین سطوح سیاه • تبادل تشعشع بین سطوح دیفیوز • آنالیز تشعشع برای المان های دیفرانسیلی (سطح خبلی کوچک)	
۵	فصل ۵- تبادل تشعشع حرارتی بین سطوح غیر خاکستری غیر دیفیوز • تئوری محفظه برای سطوح دیفیوز • سطوح خاکستری و جهتی • خواص سطوح با وابستگی طیفی و جهتی	
۶	فصل ۶- ترکیب تشعشع با هدایت و جابجایی در مرز ها • روابط انرژی و شرایط مرزی • تشعشع با هدایت	



	<ul style="list-style-type: none"> • تشعشع با هدایت و جابجایی 	
	<p>فصل ۷- روش های حل معادلات انتقال تشعشع</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • حالت های محدود کننده برای مواد اپتیکی نازک و ضخیم 	
	<ul style="list-style-type: none"> • استفاده از متوسط خرایب جذب 	
	<ul style="list-style-type: none"> • روش دیفرانسیلی 	۷
	<ul style="list-style-type: none"> • روش مونت کالو برای مواد شرکت کننده 	
	<ul style="list-style-type: none"> • روش اجزای محدود 	

منابع

ردیف	عنوان
۱	R.Siegel, J.R. Howell, Thermal Radiation Heat Transfer, Fifth Edition, Hemisphere Publishing Corporation, Washington, 2010
۲	C. Balaji, Essentials of Radiation Heat Transfer, Wiley, N.J., USA, 2014



۳ واحد ۴۸ ساعت	سیستم تبرید پیشرفته آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱- کاربرد قانون دوم ترمودینامیک پیشرفته دستگاه و وسائل تبرید موتور حرارتی، پمپ حرارتی و دستگاه های برودتی توان مصرفی دستگاه های برودتی بخار و گاز بعنوان مبرد در سیکل معکوس کارنو	
۲	فصل ۲- مبرد ها خواص ترموفیزیکی مبرد ها فشار میان، تبخیر و نقطه انجاد فشار و دمای بحرانی مخلوط مبرد ها	
۳	فصل ۳- کمپرسور های مبرد ها کمپرسور های رفت و برگشتی و سانتریفیوز تراکم آبزنتروپیک، ایزوترمال و پلی تروپیک راندمان حجمی و تغییر آن با فشار مکش و افت نشستی ترکیب معادلات انرژی و ممتدی برای یک طبقه از کمپرسور سانتریفیوز کمپرسور با تیغه های شعاعی	
۴	فصل ۴- کندانسور ها انواع کندانسور ها کندانسور های هوایی کندانسور های آبی کندانسور های تبخیری ضریب انتقال حرارت کندانسور های هوایی، آبی و تبخیری ارزیابی ضریب انتقال حرارت کندانسور	
۵	فصل ۵- اوپوراتور ها انواع اوپوراتور ها انتقال حرارت در اوپوراتور ها	



	<ul style="list-style-type: none"> • چوشش استخراجی • ضریب انتقال حرارت چوشش استخراجی هسته ای • چوشش اجباری • اوپوراتور های افقی و عمودی • اوپوراتور های فین دار • تاثیر زبری و روش های افزایش ضریب انتقال حرارت در اوپوراتور ها
	<p>فصل ۶- وسائل و دستگاه های انبساط کننده</p> <ul style="list-style-type: none"> • انواع دستگاه های انبساط کننده • شیر انبساطی اتوماتیک یا با کنترل فشار • شیر انبساطی ترموماستاتیک • کاربرد شیر انبساطی ترموماستاتیک • شیر انبسای متعادل کننده خارجی • شیر های انبساطی cross-chaged
	<p>فصل ۷- سیستم های تبرید جذبی</p> <ul style="list-style-type: none"> • سیستم تبرید جذبی بخار • سیستم تبرید چذبی لیتیم-بروماید • ماسیبات سیستم های تبرید جذبی • ضریب عملکرد سیستم های تبرید

منابع

ردیف	عنوان
۱	Roy J. Dossat, Principles of Refrigeration, John Wiley, 1961
۲	C.P. Arora, Refrigeration and Air Conditioning, McGraw-Hill Publishing Co., New Delhi, 1981



۳ واحد ۴۸ ساعت	ترمودینامیک پیشرفته (ME2103) Advanced Thermodynamics آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سفرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مقدمه‌ای بر قوانین ترمودینامیک یادآوری قوانین ترمودینامیک، تعریفتابع همگن، بیان تئوری اویلر، بیان postulate اول و دوم و سوم و چهارم ترمودینامیک، تعریف و بیان معادلات اساسی انرژی، بیان معادلات اساسی آنتروپی، بیان رابطه گیبس-دونم	
۲	فصل ۲: تعادل تعریف تعادل دمایی، مکانیکی و شیمیایی، تعریف فرآیند شبه‌پایدار، تعریف منبع کار برگشت‌پذیر، تعریف منبع گرمایی برگشت‌پذیر، بیان فرآیندهای حداکثر کار، بیان اصل مینیمم انرژی در حالت تعادل، بیان اصل ماکزیمم آنتروپی در حالت تعادل، رابطه بین خواص متتمرکز و گسترشده، فرآیند و پروسه‌های ترمودینامیکی، موتور ترمودینامیک	
۳	فصل سوم: تبدیل لزاندر تبدیل لزاندر، بیان تابع گیبس، تابع هلموهلتز، تابع آنتالپی، بیان تابع تبدیل لزاندر، بیان تابع تعمیم یافته ماسیو، بیان اصل مینیمم تابع پتانسیل هلموهلتز در حالت تعادل، اصل مینیمم تابع آنتالپی در حالت تعادل، اصل مینیمم تابع گیبس در حالت تعادل، اصل ماکزیمم تابع ماسیو در حالت تعادل، یادآوری روابط ماکسول، تبدیل ژاکوبی	
۴	فصل چهارم: معادلات حالت گاز واقعی معادله حالت عمومی، نمودارهای فراگیر، معادله حالت تجربی، معادلات تئوری فرم ویریال، بیان شرایط کلی برای یک معادله حالت گاز واقعی، ارزیابی فرآیندهای ترمودینامیکی به کمک معادلات حالت، محاسبه نمودار تعمیم یافته خواص ترمودینامیکی، بیان نمودار تعمیم یافته آنتالپی و آنتروپی	
۵	فصل پنجم: مخلوطها و محلولها مقدمه‌ای بر مخلوطهای واقعی، معادله حالت مخلوط گاز واقعی، ویرگی‌های مولی جزئی، تعریف فراگیر تابع فوگسیتی، فوگسیتی یک مخلوط و رابطه آن با	



	ویژگی‌های دیگر ترمودینامیکی، مدل محلول ایده‌آل، قانون لوئیس-راندل، فعالیت	
	فصل ششم: تعادل فاز و تعادل شیمیایی مقدمه‌ای بر تعادل فاز ماده خالص، تعادل یک سیستم چند جزئی، محلول ایده‌آل، قانون رائل - گاز ایده‌آل، قانون فاز گیبس، تعدل کم پایدار، تعادل شیمیایی، واکنش‌های همزمان، یونیزه شدن	۶
	فصل هفتم: اگزرسی (قابلیت کاردهی) آنالیز اگزرسی، اصل افزایش آنتروپی، بازده قانون دوم، محاسبه اگزرسی مخلوط همگن، محاسبه اگزرسی برای مخلوط گاز و بخار (هوای)	۷
	فصل هشتم: ترمودینامیک آماری مقدمه‌ای بر احتمال، تعریف ترمودینامیک آماری، تعریف سطح انرژی و degeneracy، بیان مدل بولتزمن، مدل بوز-انشتین، مدل فرمی - دیراک، بیان بیشترین احتمال حالت ماکرو، بیان انرژی جنبشی انتقالی برای گاز ایده‌آل، بیان قانون اول و دوم ترمودینامیک از دیدگاه ترمودینامیک آماری، بیان مفهوم آنتالپی از دیدگاه ترمودینامیک آماری، بیان آنتروپی، تابع گیبس، تابع هلموهلتز از دیدگاه ترمودینامیک آماری	۸

منابع

ردیف	عنوان
۱	H.B. Callen: "Thermodynamics and an Introduction to Thermostatics," 2nded., John Wiley & Sons, NY (1985)
۲	Advanced Engineering Thermodynamics, A. Bejan, John Wiley Sons 1988
۳	Principles of Thermodynamics, J.S.Hsieh, McGraw Hill
۴	Fundamentals of Statistical Thermodynamics, R.E. Sonntag, G.J. Van Wylen, John Wiley & Sons



۳ واحد ۴۸ ساعت	نیروگاه آبی پیشرفته (ME2145) Advanced Hydropower System	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مروری بر وضعیت صنعت برق و نیروگاههای آبی ایران، پتانسیلهای آبی کشور و انواع نیروگاههای آبی.	
۲	بررسیهای هیدرولوژیکی و زمین‌شناسی و ماهواره‌ای جهت انتخاب محل نیروگاههای آبی.	
۳	توربینها، انواع توربینها، طرح هیدرولوگیکی توربین، تأسیسات مریبوط، ...	
۴	پدیده کاویتاسیون در طراحی نیروگاههای آبی	
۵	سدها: انواع بحث پایداری، سدهای ایران، اصول کلی در طراحی.	
۶	سرریزها، دریچه‌ها، انرژی شکن (مخزن خیزآب)، ...	
۷	لوله انتقال آب، شیرها و ...	
۸	تأسیسات برقی در نیروگاههای آبی، زنراتورها، انتقال قدرت، ترانسها و ...	
۹	کنترل فشار و سرعت در نیروگاههای آبی	
۱۰	مطالعات اقتصادی در نیروگاههای آبی	
۱۱	بررسیهای زیست محیطی در طراحی نیروگاههای آبی.	
۱۲	نگهداری و تعمیرات در نیروگاههای آبی.	
۱۳	بررسی تکنولوژی ساخت نیروگاههای آبی (توربین، سیستمهای کنترل و ...).	
۱۴	بازدید از نیروگاههای آبی و ارائه گزارش.	

منابع

ردیف	عنوان
۱	نیروگاههای آبی - تالیف مجید عیاسپور - جلد ۱ و ۲ انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی.
۲	Small & Mini Hydropower System, By: Jack J. Fritz, Mc Graw- Hill, 1984.
۳	Hydropower Engineering", By: C-C Warinck Prentice Hall, 1984



۳ واحد ۴۸ ساعت	سوخت و احتراق پیشرفته (ME2121)	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مروری بر ترمودینامیک احتراق و تعادل شیمیایی تعاریف عمومی، استوکیومتری، آنتالپی تشکیل، انرژی های پیوند و تشید، محاسبه خواص گاز ایده آل، آنتالپی احتراق و ارزش حرارتی، دمای شعله آدیباتیک، تعادل شیمیایی، ثابت تعادل، اصل Le Chatelier، تعادل جزئی، تعادل کامل، کدهای محاسباتی تعادل شیمیایی	
۲	فصل ۲: سینتیک شیمیایی و مکانیزم های مهم طبقه بندی واکنش های شیمیایی، مقدمه ای بر نظریه برخورد، معادله آرنیوس، ثابت سرعت واکنش، واکنش های زنجیره ای، قوانین مربوط به نرخ واکنش، نرخ تولید خالص، تقریب حالت پایدار، مقیاس زمانی شیمیایی، مکانیزم های واکنش، تجزیه و تحلیل حساسیت، تجزیه و تحلیل جریان واکنش، مکانیسم H_2-O_2 ، محدودیت انفجار H_2 ، احتراق متان، اکسیداسیون الکانهای سنگین، اکسیداسیون CO ، مکانیزم تشکیل NO_x ، مکانیزم دوده، نرخ واکنش عمومی	
۳	فصل ۳: مدل راکتور و قوانین بقا راکتور فشار ثابت، راکتور حجم ثابت، راکتور همنز دار، راکتور جریان پلاگ، قانون نفوذ فیک، اساس مولکولی انتشار، مسئله استفان، انتشار چند جزءی، معادلات کلی واکنش سیستم چند جزئی، معادلات انرژی ساده، فرمول بندی Shvab-Zel'dovich	
۴	فصل ۴: انفجار و سوختن تفاوت اصل شوک نرمال و انفجار با سوختن، خط رایلی، منحنی همگونیت و خواص آن، سرعت موج انفجاری، ساختار موج انفجاری	
۵	فصل ۵: شعله پیش مخلوط آرام نظیره های شعله آرام، عامل کشش سطح شعله و عدد Karlovitz، عده های Markstein برای شعله های هیدروکربن / هوا، سرعت شعله و اثرات متغیرهای فیزیکی و شیمیایی، قابلیت اشتعال، اطفاء و احتراق	
۶	فصل ۶: تبخیر و احتراق قطره	



	مدل تبخیر قطره، مدل سوختن قطره، مدل یک بعدی احتراق کنترل شده با تبخیر	
	فصل ۷ : شعله نفوذی آرام نظریه برکوشومان برای شعله های نفوذی آرام، پدیده شناختی تحلیلی فواره سوخت، شعله آرام نفوذی فواره ها	۷
	فصل ۸: مقدمه ای بر احتراق مغشوش مفاهیم پایه تلاطم، مرز شعله آشفته، نظریه اساسی Damköhler، طبقه بندی شعله های پیش مخلوط آشفته، نمودار رژیم های شعله پیش مخلوط، شعله غیرپیش مخلوط آشفته، طول شعله، بلند شدن و بروز دمشن شعله، مدل های پایداری برای بروز دمشن شعله	۸

منابع

ردیف	عنوان
۱	Kenneth K. Kuo, Principles of Combustion, 2 nd Ed., John Wiley & Sons Inc., 2005
۲	Stephen R. Turns, An Introduction to Combustion: Concepts and Applications, 3 rd Ed., McGraw Hill Inc., 2011
۳	Chung K. Law, Combustion Physics, Cambridge University Press, 2006
۴	Irvin Glassman, Combustion, 3 rd Ed. , Academic Press, 1996
۵	Forman A. Williams, Combustion Theory, 2 nd Ed., Benjamin/Cummings Publishing Co. Inc., 1985
۶	J. Warnatz, U. Maas, and R. W. Dibble, Combustion, 3 rd Ed., Springer, 2001



۳ واحد ۴۸ ساعت	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته Advanced Internal Combustion Engines	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

رديف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل اول: تاریخچه موتورهای احتراق داخلی، انواع موتور و فن آوریها پیدایش موتور، موتور اتو و دیزل، موتور وانکل، طرز کار انواع موتورها، معرفی قطعات موتور، معرفی صنعت طراحی و ساخت موتور(خودرویی، دریابی، کشاورزی، مولد برق و ...) در ایران، معرفی راهبرد صنعت موتورسازی در کشورهای صنعتی	
۲	فصل دوم: طراحی موتور و متغیرهای موثر مشخصات هندسی موتور، اجزاء موتور، تخمین اولیه حجم موتور، مواد مورد استفاده برای قطعات مختلف، مقدمه ای بر روشهای ساخت قطعات اصلی موتور	
۳	فصل سوم: قوانین اول و دوم گرمایشی، خواص سیال قانون اول گرمایشی در سیستم بسته و باز، حرارت مخصوص در حجم و فشار ثابت، گاز ایده آل، روابط مخلوط گازها، توان و بازده و فشار متوسط، بازدهی اندیکاتوری و ترمیزی، بررسی بازدهی قانون دوم در موتورهای احتراق داخلی	
۴	فصل چهارم: مدلهای ایده آل چرخه موتور معرفی چرخه نظری اتو و دیزل، چرخه نظری در موتورهای پرخوران دار، چرخه میله، چرخه ایدآل در موتورهای احتراق تراکمی همگن، در نظر گرفتن اتفاقات و مقایسه با چرخه واقعی	
۵	فصل پنجم: احتراق موتور SI چرخه واقعی در موتور، زمان لازم برای احتراق، اثر متغیرهای مختلف روی سرعت شعله، معرفی کوبش و اثرات آن، درجه بندی سوخت و کوبندگی، تفاوت‌های موتورهای پایه گازسوز و موتورهای بنزینی، معرفی انواع موتورهای تزریق مستقیم، معرفی نرم افزارهای شبیه سازی یک بعدی و سه بعدی احتراق	
۶	فصل ششم: احتراق موتور CI فناوریهای پاشش سوخت، اثر متغیرهای مختلف موتوری، درجه بندی سوختهای دیزل، اثاق احتراق، بهره برداری و عملکرد موتور، شبیه سازی احتراق غیر همگن،	



	فناوری های موتورهای دیزل سنگین، موتور اشتعال تراکمی برای خودروهای سواری	
	فصل هفتم: شکل گیری آلایندگی و کنترل معرفی انواع محدودیت ها و استاندarde های آلایندگی، نحوه تشکیل اکسیدهای ازت، مونو اکسید کربن و هیدروکربن ها، ذرات معلق، انواع واکنشگرهای شیمیایی، صافی ذرات دوده، اثر محتويات و نوع سوخت بر تخریب تجهیزات آلایندگی، راهبردهای رایانه موتور برای پایش آلایندگی	۷
	فصل هشتم: موضوعات ویژه	۸

منابع

ردیف	عنوان
۱	Heywood J B, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988
۲	Stone R, Introduction to internal combustion engines, 3rd edition, McMillan Publications, 1999
۳	Ferguson C R, Kirkpatrick A T, Internal combustion engines, 2nd edition, John Wiley & Sons Inc., 2001



۳ واحد ۴۸ ساعت	آکوستیک مهندسی (ME2146) Engineering Acoustics	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	سیستم های ساده ارتعاشی: یادآوری اصول ارتعاشات - موج های عرضی در ریسمان - معادله موج یک بعدی و حل آن - بازتاب در مرز - ارتعاش اجباری یک ریسمان با طول نامحدود و با طول محدود - مود های نرمال - معادله دو بعدی موج - ارتعاشات پیوسته و ورق	
۲	معادله موج آکوستیک و حل های ساده آن: معادله حالت - معادله پیوستگی - معادله نیرو - معادله خطی موج - سرعت صوت در سیالات - موج تخت هارمونیک - دانسیته انرژی - شدت آکوستیکی - امپدانس آکوستیکی مخصوص - موج های کروی	
۳	بازتاب و انتقال: تابش عمودی - انتقال از لایه یک سیال - تابش مایل	
۴	تشعشع صوت: تشعشع از کره مرتعش - منبع خط پیوسته - تشعشع از یک پیستون مسطح دور	
۵	انتشار صوت در کanal و اتاق	
۶	آکوستیک زیر آبی: سرعت صوت در دریا - اتلاف انتقال صوت - پدیده های شکست - کanal های صوتی	

منابع

ردیف	عنوان
۱	Kinsler, L.E., A.R. Fery, A.B. Coppens and J.V. Sanders, "Fundamentals of Acoustics", 4 th ed., Wiley, 1999
۲	Fahy, F., Foundations of Engineering Acoustics, Academic Press, 2001
۳	Ver I. L., L.L. Beranek, Noise and vibration control engineering: principles and applications, Wiley, 2006



٣ واحد ٤٨ ساعت	دینامیک سیالات مقدماتی آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	--	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مفاهیم روش های محاسباتی در مهندسی	
۲	فصل ۲: معادلات دیفرانسیل جریان سیال و رفتار ریاضی آن ها	
۳	فصل ۳: روش های تولید شبکه با سازمان و بودن سازمان و اختلاف آن ها	
۴	فصل ۴: اساس روش های اختلاف محدود، حجم محدود و اجزای محدود	
۵	فصل ۵: معرفی معادلات مدل از جمله لاپلاس، پواسون، موج، برگر خطی و برگر غیر خطی لزش و غیر لزش	
۶	فصل ۶: گسته سازی معادلات مدل	
۷	فصل ۷: مفاهیم سازگاری، پایداری و همگرایی در روش های محاسباتی	
۸	فصل ۸: گسته سازی معادلات جریان های تراکم ناپذیر	
۹	فصل ۹: حل همزمان معادلات گسته شده جبری	
۱۰	فصل ۱۰: اعمال شریط مرزی	

منابع

ردیف	عنوان
۱	J. C.Tannehill, D.A., Anderson, and R. H. Pletcher, Computational Fluid Dynamics and Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997
۲	H.K. Versteeg& W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Longman Science & Technical, England, 1995
۳	K. J., Bathe, Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996



۳ واحد ۴۸ ساعت	دینامیک سیالات محاسباتی ۱ (ME2107) Computational Fluid Dynamics 1	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مقدمه ای بر دینامیک سیالات محاسباتی چرا دینامیک سیالات محاسباتی، دینامیک سیالات محاسباتی عنوان ابزاری برای تحقیق، دینامیک سیالات محاسباتی عنوان ابزاری برای طراحی، دینامیک سیالات محاسباتی چیست؟	
۲	فصل ۲: معادلات حاکم در دینامیک سیالات معادلات پیوستگی، ناویر-استوکس، انرژی، معادلات اویلر، شرایط مرزی فیزیکی، تعبیر فیزیکی معادلات، روش عمومی برای تعیین تقسیم بندی معادلات دیفرانسیل جزئی، رفتار ریاضی معادلات دیفرانسیلی جزئی، معادلات هذلولی، سهموی و بیضوی	
۳	فصل ۳: مفاهیم گسسته سازی اختلاف محدود معرفی اختلاف محدود، اختلاف محدود به روش صریح و غیر صریح، خطای ها، همگرایی، آنالیز پایداری به روش ون-نیومن، آنالیز پایداری به روش پرتبیشین	
۴	۱ - فصل ۴: گسسته سازی اختلاف محدود معادلات سهموی اختلاف محدود برای معادله هدایت حرارتی، روش غیر صریح کرنک-نیکلسون، روش DuFort-Frankel و Leap-frog، روش متناوب مستقیم غیر صریح (ADI)	
۵	فصل ۵: گسسته سازی اختاف محدود معادلات هذلولی روش های صریح Lax-Wendroff، روش صریح مک کورمک، روش های غیر صریح، روش مشخصه برای معادلات هذلولی درجه دوم	
۶	فصل ۶: گسسته سازی اختلاف محدود معادلات بیضوی معادله لاپلاس دو بعدی، روش های تکراری برای حل سیستم معادلات جبری خطی، حل سیستم معادلات ۵ قطری	
۷	فصل ۷: مفاهیم گسسته سازی حجم محدود	



	شبکه بندی هم مکان برای کمیت های برداری و اسکالر، شبکه بندی جابجا شده برای کمیت های برداری و اسکالر، روش حجم محدود یک بعدی نفوذی دائم، روش حجم محدود دو بعدی نفوذی دائم، روش حجم محدود نفوذی سه بعدی دائم	
	فصل ۸: گسته سازی حجم محدود برای جملات جابجایی و نفوذ روش حجم محدود برای معادلات دو بعدی جابجایی و نفوذی در حالت دائم، روش اختلاف مرکزی، خواص روش های گسته سازی (شرط بقایی، شرط همگرایی Scarborough-شرط نسبت انتقالی به نفوذی)، روش آپویند، روش ترکیبی آپویند و مرکزی، روش قانون توانی، روش QUICK، الگوریتم حل به روش PISO و SIMPLEC SIMPLE	۸
	فصل ۹: گسته سازی حجم محدود در جریان های غیر دائم روش صریح و غیر صریح حجم محدود برای معادلات یک بعدی، روش غیر صریح برای معادلات دو و سه بعدی، الگوریتم حل توسط روش PISO و SIMPLE	۹

منابع

ردیف	عنوان
۱	J. D. Anderson, JR., Computational fluid dynamics, McGraw-Hill International Editions, New York, USA, 1995
۲	H.K. Versteeg & W. Malalasekera, An Introduction to Computational Fluid Dynamics, Longman Science & Technical, England, 1995



۳ واحد ۴۸ ساعت	مکانیک سیالات پیشرفته (ME2102) Advanced Fluid Mechanics آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	۱- مقدمه ۱-۱. تعریف سیال و تفاوت آن با جامد، ۱-۲. محیط پیوسته و خواص سیال در محیط پیوسته، ۱-۳. عدد نادسن و رابطه آن با رویکرد بررسی سیال و شرایط مرزی	
۲	۲- سینماتیک در جریان سیال ۲-۱. دیدگاه اویلری-لاغرانژی ۲-۲. دسته بندی حرکت ذره سیال و فرموله کردن آنها (حرکت صلب گونه-انتقال و دوران، تغییر شکل-ترمال و برشی) ۲-۳. ورتیسیتی و سیر کولاسیون ۲-۴. گرداب (ورتکس آزاد، اجباری، رانکین) ۲-۵. الگوهای حرکت سیال (خط جریان، خط رگه و مسیر)	
۳	۳- معادلات حرکت سیال ۳-۱. تئوری انتقال برنولی ۳-۲. معادله بقای جرم (همراه با حالت‌های خاص) ۳-۳. معادله بقای مومنتوم (حالت‌های خاص شامل تئوری کلوین، معادله برنولی در جریان دائم و غیر دائم، چرخشی و غیر چرخشی) ۳-۴. معادله انرژی (انرژی کل، انرژی حرارتی) ۳-۵. معادله مشخصه سیال نیوتینی ۳-۶. معادلات ناویر استوکس	
۴	۴- جریان پتانسیل ۴-۱. جریان پتانسیل دو بعدی و استفاده از اعداد مختلط ۴-۲. جریان‌های پتانسیل ساده (یکنواخت، چشمی و چاه، داکلت، گرداب آزاد و جریان در گوشه) ۴-۳. قانون جمع آثار و جریان‌های ترکیبی چون جریان اطراف جسم نیمه بینهایت،	



	<p>بیضی و سیلندر)</p> <p>۴-۴. قوانین انتگرال بلازیوس</p> <p>۴-۵. نگاشت همدیس</p> <p>۴-۶. ایرفوبل متقارن و نامتقارن ژوکوفسکی و محاسبه ضربه لیفت</p> <p>۴-۷. جریان پتانسیل سه بعدی (جریان یکنواخت، چاه یا چشمۀ نقطه‌ای، جریان اطراف کره)</p>
	<p>۵- امواج سطحی</p> <p>۵-۱. پارامترهای موج</p> <p>۵-۲. معادله انتشار موج سطحی در سیال غیر لزج</p> <p>۵-۳. ویژگیهای امواج سطحی در آبهای عمیق و کم عمق</p> <p>۵-۴. اثر کشش سطحی و امواج مویستیگی</p> <p>۵-۵. امواج ایستا</p> <p>۵-۶. مسیر حرکت ذرات در امواج پیشرو</p> <p>۵-۷. انتشار موج در فصل مشترک دو سیال</p>
۶	<p>۶- جریان سیال لزج و حلهای دقیق</p> <p>۶-۱. حل جریان دائم با فرض موازی بودن لایه‌های سیال (جریان کوئت، جریان پوازی و جریانهای تقریباً موازی)</p> <p>۶-۲. جریان غیر دائم (شروع جریان در لوله، جریان با گرادیان فشار نوسانی، مسائل اول و دوم استوکس)</p> <p>۶-۳. حلهای دقیق به روش تشابه-معادلات انتگرالی مومنتوم</p> <p>۶-۴. جریانهای خرزشی (اعداد رینولدز پایین)</p>
۷	<p>۷- لایه مرزی لایه‌ای</p> <p>۷-۱. لایه مرزی لایه‌ای روی صفحه نخت و پارامترهای مریبوطه (ضخامت لایه مرزی، ضخامت مومنتوم، ضخامت جابجایی)</p> <p>۷-۲. حل بلازیوس و حلهای انتگرالی</p> <p>۷-۳. لایه مرزی غیر محصور (جریانهای پرشی آزاد، جریان چت، جریان برخاستگی)</p>



منابع

ردیف	عنوان
۱	P. Kundu, I.M. Cohen, Fluid Mechanics, 5nd, Academic Press, 2012
۲	C. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids, CRC Press, 4nd ed., 2014
۳	K. Karamcheti, Principles of Ideal-Fluid Aerodynamics, Krieger Publishing Company, 1966
۴	R. H. Kirchhoff, Potential Flows, Marce Dekker, Inc., 1985
۵	W.P. Graebel, Advanced Fluid Mechanics, Academic Press, 2007
۶	S. Middleman, An Introduction to Fluid Dynamics, John Wiley & Sons, 1998



۳ واحد ۴۸ ساعت	جريان های لزج (ME2115) Viscous Flow آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مفاهیم اساسی در جریان سیال لزج با ذکر چند نمونه	
۲	سینماتیک جریان سیال پیوستگی محیط و معیارها رویکرد اولری و لاگرانژی انواع حرکت در جابجایی ذره سیال	
۳	معادلات اساسی تئوری انتقال رینولدز معادله بقای جرم معادله بقای مومنتوم معادله بقای انرژی معادله مشخصه سیالات نیوتونی معادلات ناویر-استوکس معادله بقای مومنتوم نسبت به ناظر چرخان	
۴	حلهای تحلیلی معادله ناویر-استوکس دسته بندی حلهای منتشر شده جریانهای موازی و کاربردهای آن در مسائل واقعی جریانهای ناپایا (غیر دائم) جریان همراه با مکش و دمش جزیانهای زئوفیزیکی حلهای تشابهی در جریان سیالات جریانهای خرسی	
۵	لایه مرزی معادلات لایه مرزی و ویژگیهای آن لایه مرزی صفحه تخت	



	<p>لایه مرزی اجسام ضخیم حل فالکتر-اسکن</p> <p>حل پل-هازن و پیش بینی محل جدایش</p> <p>لایه مرزی غیر محصور (جهت، لایه های برشی و برخاستگیها)</p> <p>لایه های مرزی سه بعدی</p>
	<p>ناپایداری</p> <p>مفهوم ناپایداری در اعمال اغتشاش کوچک</p> <p>روش مودهای نرمال</p> <p>ناپایداری کلوین-ヘルمھولتز</p> <p>معادله ارسامرفلد</p> <p>پایداری جریانهای غیرلزج و موازی</p> <p>بعضی از نتایج تئوری ناپایداری غیر خطی</p> <p>گذر به اغتشاش (نتایج تجربی در صفحه تخت)</p>

منابع

ردیف	عنوان
۱	F. M. White, Viscous Flow, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2006
۲	F. S. Sherman, Viscous Flow, McGraw-Hill, 1990
	R. L. Panton, Incompressible Flow, 3rd Edition, Wiley, 2005
	S. Middleman, An introduction to Fluid Dynamics, Jhon Whiley, 1998
	L.G. Leal, Advanced Transport Phenomena, Cambridge University Press, 2007
	P. Kundu, I.M. Cohen, Fluid Mechanics, 5nd, Academic Press, 2012



۳ واحد ۴۸ ساعت	جريان های دو فاز (ME2106) Two-Phase Flow	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مقدمه بر جریان های دو فاز تعریف کمیت های کسر جرمی، کسر حجمی، سرعت ظاهری، نسبت سرعت گاز به مایع، الگوهای جریان، تعریف جریان جبابی، جریان اسلامگ، جریان مجزا یا لایه ای، جریان حلقوی، روابط مربوط به گذر از یک الگو به الگوی دیگر	
۲	فصل ۲: معادلات حاکم در جریان های دو فاز مایع-گاز معادله جرم، معادله ممثتم و معادله انرژی در جریان های دو فاز مایع-گاز، مدل جریان همگن، روابط مربوط به ضریب اصطکاک در جریان همگن، مدل جریان مجزا، روابط مربوط به ضریب اصطکاک در مدل جریان مجزا	
۳	فصل ۳: مدل های جریان دو فاز مدل Drift-flux، نسبت سرعت دو فاز در جریان جبابی، تنش برشی در جریان حلقوی	
۴	فصل ۴: جوشش استخراجی و جوشش جریان ترمودینامیک سیستم های مایع-بخار، فرآیند های اصلی جوشش، جوشش استخراجی، جوشش اجباری	
۵	فصل ۵: انتقال حرارت جوشش مادون اشباع مقدمه ای بر جوشش مادون اشباع، انتقال حرارت مایع تک فاز، شروع جوشش هسته ای مادون اشباع، جوشش جزیی مادون اشباع، جوشش مادون اشباع توسعه یافته	
۶	فصل ۶: کسر حجمی وافت فشار جوشش مادون اشباع مقدمه ای بر جوشش مادون اشباع، کسر حجمی در جوشش مادون اشباع، افت فشار در جوشش مادون اشباع	
۷	فصل ۷: انتقال حرارت در جوشش اشباع مقدمه، جوشش اشباع اجباری، توقف جوشش هسته ای اشباع، ناحیه دو فاز جایجاپی اجباری، انتقال حرارت در ناحیه شار حرارت بحرانی، جوشش روی دسته	



لوله ها	
فصل ۸: حرارت بحرانی جریان جابجایی اجباری شار بحرانی جریان اجباری با شار حرارت یکنواخت، عوامل موثر روی شار حرارت بحرانی، شار بحرانی با شار حرارت غیر یکنواخت	۸
فصل ۹: میعان و تبخیر فرآیند های اساسی میعان، مکانیزم میعان و تبخیر در فصل مشترک مایع - گخار صفحه ای، میعان فیلمی روی سطح تخت، تاثیر تنش برشی فصل مشترک، میعان قطره ای، گرادیان فشار در سیستم های میعان	۹

منابع

ردیف	عنوان
۱	J Collier, J.G, and Thome, J.R., Convective Boiling and Condensation, Clarendon Press, Oxford, 1996
۲	Carey, V.P., Liquid-Vapor Phase-Change Phenomena, Hemisphere Publishing Corporation, New York, NY, Second Edition, 2007
۳	Ishii, M., Hibiki, T., Thermo-Fluid Dynamics of Two-Phase Flow, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006



۳ واحد ۴۸ ساعت	جريان چند فاز در محیط متخلخل (ME2147) Dynamics of Fluids in Porous Media	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مقدمه مفاهیم اولیه، فرضیات حاکم و تشریح کاربردها با تکیه بر مخازن هیدرولیکی.	
۲	فصل ۲: خواص فیزیکی ماده متخلخل تخلخل، تراویی مطلق و نسبی، ترشوندگی، حجم نمونه پایه (Representative Elementary Volume)، مفهوم متوسط گیری، تراکم پذیری سنگ، ناهمگنی سنگ، نامتجانسی سنگ	
۳	فصل ۳: خواص فیزیکی سیالات چندفازی مفاهیم فاز و جزء، فشار مونتینگی، لرجت، ترمودینامیک سیالات چندفاز چند جزئی، تراکم پذیری سیال، حل شوندگی اجزاء، در فازها، معادلات حالت برای سیالات هیدرولیکی، محاسبات فلاش، محاسبات پایداری فازها	
۴	فصل ۴: معادلات حاکم مدل دارسی، مدل‌های غیر دارسی، معادلات بقای جرم برای اجزاء، مدل دو فاز، مدل سه فاز، فرمولبندیهای مختلف برای مدل نفت سیاه و مدل ترکیبی	
۵	فصل ۵: نمونه هایی از حل تحلیلی یک بعدی معادلات مفهوم کسر جریان، حل باکلی-لورت (سیلانزرنی دو فاز آب-نفت)، حل جریان دوفاز گاز-نفت (بدون و با حل شدگی)، حل جریان دوفاز سیلانزرنی پلیمری-نفت	
۶	فصل ۶: روش‌های حل عددی الگوریتمهای مختلف حل عددی معادلات (IMPES, Sequential, Implicit, ...)	
۷	فصل ۷: نمونه هایی از حل مسائل مخزن مسئله دو بعدی پنج چاهی (بدون و با گرانش)، جریان نفت سیاه یک بعدی، جریان ترکیبی یک بعدی	
۸	فصل ۸: مدلسازی مخازن ترکدار	



	انواع ترک، مدل تخلخل دوگانه، مدل تراوایی دوگانه، مدل تخلخل دوگانه- مدل تراوایی دوگانه، مدلسازی ترکهای مجرزا	
--	---	--

منابع

ردیف	عنوان
۱	J. Bear, Dynamics of Fluids in Porous Media, Dover Publications, 1988
۲	K. Aziz and A. Settari, Petroleum Reservoir Simulation, Applied Science Publishers, London, 1979
۳	Z. Chen, G. Huan, Y. Ma, Computational methods for multiphase flow in porous media, SIAM, 2006
۴	N. Ezekwe, Petroleum Reservoir Engineering Practice, Prentice Hall, 2011
۵	T. Ahmed, Reservoir Engineering Handbook, 3 rd Ed., Elsevier, Gulf Professional Publishing, 2006
۶	T. Ertekin, J.H. Abu-Kassem, G.R. King, Basic Applied Reservoir Simulation, SPE, Texas, 2001
۷	A. Danesh, PVT and Phase Behaviour of Petroleum Reservoir Fluids, Elsevier, 1998



۳ واحد ۴۸ ساعت	جريان های میکرو و نانو (ME2128) Microflows and nano flows آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سفرصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	۱. مقدمه و معادلات حاکم ۱.۱ - مقدمه ای بر جریان های میکرو و نانو ۲.۱ - رژیم های جدید جریانی در میکرو سیستم ها ۲.۱ - مشخصه های جریان میکرونانو ۴.۱ - فرض پیوستگی	
۲	۲. مدلسازی چند مقیاسی در جریان های میکرو و نانو ۱.۲ - روش دینامیک ملکولی ۲.۲ - روش مونت کارلو شبیه سازی مستقیم ۳.۲ - روش شبکه بولتزمن ۴.۲ - روش دینامیک ذره استهلاکی	
۳	۳. معادلات حاکم و مدل های لغزشی ۱.۳ - معادلات پایه در دینامیک سیال ۲.۳ - جریان تراکم پذیر ۳.۳ - روش های مرتبه بالا	
۴	۴. جریان های با نیروی محرکه برشی ۱.۴ - جریان کوئت: رژیم جریان لغزشی ۲.۴ - جریان کوئت: رژیم گذرا و مولکول آزاد ۳.۴ - جریان حفره	
۵	۵. جریان های با نیروی محرکه فشار ۱.۵ - رژیم جریان لغزشی ۲.۵ - رژیم گذرا و مولکول آزاد	
۶	۶. انتقال حرارت در جریان های میکرو و نانو ۱.۶ - انتقال حرارت در جریان پوازیل میکرو ۲.۶ - انتقال حرارت در جریان کوئت میکرو	



	۳.۶ - انتقال حرارت نانو سیال ۷. جریان های الکتروسینتیک ۱.۷ - مقدمه ای بر الکترودینامیک ۲.۷ - معادلات حاکم در جریان های الکتروسینتیک ۳.۷ - جریان های الکترواسمر ۴.۷ - الکتروفورس ۵.۷ - دیالکتروفورس	۷
	۸. جریان های با نیروی محرکه کشش سطحی ۱.۸ - مقاومات پایه و معادلات حاکم ۲.۸ - پیپار موبینگی حرارتی ۳.۸ - موبینگی الکتریکی ۴.۸ - انتقال جتاب در لوله های موبینه	۸

منابع

ردیف	عنوان
۱	K. arniadakis, G., Beskok, A. and Aluru, N., 2005, Microflows and nano flows, Fundamentals and simulation, Springer, 808p
۲	Kandlikar, S.G., Garimella, S., Li, D., Colin, S. And King, M.R., 2005, Heat transfer and fluid flow in minichannels and microchannels, Elsevier, 450 p
۳	Tabeling, P., 2005, Introduction to microfluidics, Oxford University Press
۴	Rapaport, D.C., 2004, The art of molecular dynamics simulation, Cambridge University Press
۵	Succi, S., 2001, The Lattice Boltzmann equation for fluid dynamics and beyond, Clarendon Press, 288 p



۳ واحد ۴۸ ساعت	لایه مرزی (ME2113) Boundary Layer Theory	نام درس و تعداد واحد (نظری)
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مقدمه (Introduction) : تاریخچه و اهمیت تئوری در حل مسائل جریان سیالات.	
۲	قوانین حاکم بر جریان سیال لزج (viscous fluid) : تشریح تفاوتیابی بین جریان ایده‌آل و واقعی، فرضیات اساسی تئوری لایه مرزی ، بدست آوردن معادلات کلی حاکم بر جریان، خواص عمومی معادلات ناویر- استوکس، نمونه‌هایی از جواب تحلیلی معادلات.	
۳	لایه مرزی لایه ای (Laminar Boundary Layer) : معادلات لایه مرزی در جریان دو بعدی تراکم ناپذیر از روی صفحه، خواص عمومی معادلات لایه مرزی ، جواب تحلیلی معادلات لایه مرزی در حالت دو بعدی و دائم، روش‌های تقریبی (انتگرالی) برای حل معادلات لایه مرزی ، لایه مرزی دما در جریان لایه ای.	
۴	لایه مرزی در جریان تراکم پذیر (Flow) : فیزیک جریان، ارتباط بین میدانهای سرعت و دما، تاثیر عدد ماخ، اندرکنش بین لایه مرزی و امواج شوک.	
۵	روشهای کنترل لایه مرزی (Boundary Layer Control) : تشریح روش‌های فعال و غیر فعال کنترل لایه مرزی ، تزریق سیال ثانویه، مکش سیال و نتایج آزمایشگاهی.	
۶	پدیده گذار (Transition) : آغاز آشفتگی، تئوری پایداری لایه مرزی و معادلات Orr-Sommerfeld و خواص عمومی آنها، تاثیرگردایان فشار، زبری سطح، مکش و دمش و انتقال حرارت بر پایداری لایه مرزی .	
۷	لایه مرزی آشفته (Turbulent Boundary Layer) :	



	اساس جریان آشفته، تئوری طول اختلاط پراندل، قانون عمومی توزیع سرعت، مثالهایی از جریان آشفته در لوله‌ها و بر روی سطوح خارجی اجسام همراه با تشریح فاکتورهای موثر آن، جریان جت آزاد و دنباله.	
		۸

منابع

ردیف	عنوان
۱	Boundary Layer Theory, H. Schlichting, McGraw-Hill, 7 th Ed., 1979, (TL574.B6S283)
۲	Boundary Layer Analysis, J.C. Schetz, Pearson International, 1992, (ISBN: 0-1308-6885-X)
۳	Foundations of Boundary Layer Theory for Momentum, Heat and Mass Transfer, J.C. Schetz, Prentice Hall, 1984. (ISBN: 0133293343)



۳ واحد ۴۸ ساعت	پردازش موازی و کاربردهای آن (ME2148)CFD	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سفرصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	: مقدمه (Introduction) تشریح اهمیت روش‌های موازی سازی در حل مسائل حجمی و زمان بر مهندسی.	
۲	: اصول پردازش موازی (Principles of Parallel Computing) معرفی اصطلاحات و تعاریف اولیه و روش ایجاد دیدگاه موازی برای مسئله	
۳	اساس کار و ساختار سوپر کامپیوترها و کامپیوتراخانه خوشه ای :(Architecture of Clusters and Super-computers) سخت افزار و نرم افزارهای مربوطه	
۴	: تشریح ساختار ایرانیانه شریف (Description of Sharif's Cluster) سخت افزار و نرم افزار بکار رفته.	
۵	: آشنایی با سیستم عامل لینوکس (Introduction to Linux) طریقه نصب و تنظیم سیستم عامل و آشنایی با دستورات و ابزارهای مهم آن.	
۶	آشنایی با کتابخانه های MPI و PVM زبانهای مختلف برنامه نویسی موازی و اساس کار دو کتابخانه مذبور به همراه معرفی دستورات و توابع مهم هر یک.	
۷	: اصول تهییه یک کد موازی (How to develop a parallel code) ملاحظات مربوط به الگوریتم حل Partitioning, Communication, (Agglomeration & Mapping). انتخاب زبان برنامه نویسی، چگونگی بکارگیری دستورات تبادل داده ها از طریق شبکه، روش‌های تسریع تبادل داده ها	
۸	معیارهای بررسی کارآیی و عملکرد کد موازی (Criteria for evaluation of a parallel code) تشریح معیارهای مربوط به Efficiency و Speed-up و قوانین امدال Time-complexity گوستاوسن و روش محاسبه	
۹	: روش‌های تجزیه ناحیه حل (Domain Decomposition Methods) روش‌های مختلف تجزیه و بررسی راندمان هر یک، Load-balancing، استفاده از	



	روشهای تکرار Schwartz Schur برای حل دستگاه معادلات.	
	روشهای حل موازی جریان سیال (Parallel Solution Techniques for (Fluid Flow بررسی نمونه هایی از روش های حل موازی در جریانهای تراکم ناپذیر و تراکم پذیر بر روی شبکه های باسازمان و بی سازمان با استفاده از روش اجزای محدود یا حجم محدود.	۱۰

منابع

ردیف	عنوان
۱	Linux Programmer's Reference, R. Peterson, 2 nd Ed., Osborne McGraw-Hill, 2000
۲	Principles of Computational Fluid Dynamics, P. Wesseling, Springer, 2000
۳	Parallel Computing; Principles and Practice, T.J. Fountain, Cambridge University Press, 1988
۴	Designing and Building Parallel Programs, I. Foster, Addison-Wesley, 1995
۵	Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations, Prentice-Hall, 1998
۶	Iterative Methods for Sparse Linear Systems, Y. Saad, SIAM, 2003. (ISBN: 0898715342)



۳ واحد ۴۸ ساعت	مدلسازی پیشرفته آلودگی هوا (ME2149)	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	مبانی تئوری مدلسازی	
۲	هواشناسی آلودگی هوا	
۳	مدلهای پیشرفته هیدرودینامیکی	
۴	مدلهای مورد استفاده در مدیریت کیفیت هوا اولی و لاغرانزی	
a	مدلهای اولی و لاغرانزی	
b	مدل گوس	
c	مدلهای پیشنهادی EPA	
d	مدلهای انتقال فتوشیمیایی	
e	مدلهای پخش مواد رادیواکتیو	
f	مدلهای آماری	
g	CMB مدل	
۵	اجرای مدلها بر روی Windows و Linux	

منابع

ردیف	عنوان
۱	Seinfeld, John H. Pandis, Spyros N. Atmospheric Chemistry and Physics From Air Pollution to Climate Change
۲	http://www.mmm.ucar.edu/wrf/
۳	http://www.epa.gov/scram001/
۴	http://www.cmaq-model.org/



۳ واحد ۴۸ ساعت	تبديل انرژی پیشرفته Advanced Energy Systems	نام درس و تعداد واحد (نظری) آزمون نهایی، آزمون نوشتاری روش ارزشیابی
-------------------	--	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تبديل مستقيم انرژی (Direct Energy Conversion) - مگنتوهیدرودینامیک (MHD). مبانی و کاربردهای آن - ترمومالکتریک: سیستم‌های ترمومالکتریک - انرژی گرمایونی - سلولهای خورشیدی - پیلهای سوختی: مبانی و انواع	
۲	سیستم های ذخیره انرژی پیشرفته (Systems) - ذخیره انرژی حرارتی - ذخیره انرژی الکتریکی - ذخیره سرمایش - ذخیره سوخت های مایع و گاز	
۳	ابرهدایهای و ابرسیالات (Super Conductivity and Superfluidity)  - توسعه تئوری ابرساناها - ابرساناهاي نوع I و نوع II - ابرسیالات - حالت میانی	

منابع

ردیف	عنوان
۱	Khartchenko, N.V. "Advanced Energy Systems" Taylor & Francis Pub. 1998.
۲	Sorensen, H.A. " Energy Conversion Systems"
۳	Sutton, W.G. " Direct Energy Conversion" M.G. Hill
۴	Hsieh, J.S. " Principles of Thermodynamics " McG. Hill 1975
۵	Appleby, A.J. "Fuel cells,Trends in Research and Application" Hemisphere Pub. 1987



۳ واحد ۴۸ ساعت	ریاضیات پیشرفته ۲ (ME2202) Advanced Mathematics 2 آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	Separation of Variables <ul style="list-style-type: none"> In the rectangular coordinate system In the cylindrical coordinate System In the spherical coordinates systems 	
۲	Green's Function <ul style="list-style-type: none"> Determination of Green's functions Application of Green's function 	
۳	Variations and Applications <ul style="list-style-type: none"> Natural boundary conditions and transient conditions The more general case The Ritz method Kantorovich method Variational iterative method 	
۴	Perturbation Method <ul style="list-style-type: none"> Regular perturbations singular perturbations Homotopy perturbation 	
۵	Similarity Solution <ul style="list-style-type: none"> Examples of similarity solutions Free parameter method Separation of variables method Dimensional analysis 	

منابع

ردیف	عنوان
۱	S. J. Farlow, Partial Differential Equations, Dover Publications, Inc., New York, USA, 1982
۲	A. H. Nayfeh, Perturbation Methods, John Wiley & Sons, New York, USA, 1973
۳	A. G. Hansen, Similarity Analyses of Boundary Value Problems in Engineering, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1964



۳ واحد ۴۸ ساعت	محاسبات عددی پیشرفته (ME2020) Advanced Numerical Method	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	فصل ۱: مقدمه ای بر سری تیلور و اختلاف محدود سری تیلور، اختلاف های محدود پیشرو و پسرو، اختلاف های پیشرو و پسرو با دقت های مرتبه بالا، اختلاف های مرکزی، روش های مختلف گسته سازی مشتقات	
۲	فصل ۲: میانیابی و بروون یابی مقدمه، میانیابی با روش نیوتون-گریگوری، میانیابی با روش اختلاف مرکزی، میانیابی با فواصل غیر مساوی، چندجمله های لاگرانژ، میانیابی چبیچف، چند جمله ای های چبیچف، میانیابی با توابع مرتبه سه، بروونیابی	
۳	فصل ۳: ریشه معادلات ریشه معادلات با روش تقسیم فاصله، ریشه معادلات با روش نیوتون-رافسون، بهبود روش نیوتون-رافسون، استفاده از اختلاف بجای مشتق در روش نیوتون-رافسون، تعیین ریشه ها با میانیابی معکوس، روش های خاص برای تعیین ریشه های چند جمله ای	
۴	فصل ۴: حل همزمان معادلات جبری خطی و ماتریس معکوس عملیات مربوط به ماتریس ها، حذف گویی، حذف گوس-جردن، ماتریس ها تحت شرایط نا درست و مجموعه معادلات، روش تکراری گوس-سیدل و مفهوم Relaxation	
۵	فصل ۵: انطباق منحنی بر نقاط و توابع تقریبی مقدمه، انطباق منحنی بر نقاط مجزا با روش حد اقل مربعات، تقریب توابع پیوسته با روش چبیچف	
۶	فصل ۶: انتگرال عددی مقدمه، انتگرال توابع با روش ذوزنقه، روش سیمسون، روش گوس، انتگرال چند گانه، انتگرال توابع با حدود نامعین	
۷	فصل ۷: حل عددی معادلات دیفرانسیل معمولی	



	مقدمه، مسائل با مقادیر اولیه، روش اویلر، خطای قطع، همگرایی و پایداری، روش رانج-کوتا، روش های پیشگوی-تصحیح، حل همزمان دسته معادلات دیفرانسیل معمولی، مسائل با مقادیر مرزی	
	فصل ۸: بردار ها و مقادیر ویژه ماریس مقدمه، تبدیل مسائل $A\vec{x} = \vec{b}$ به $\vec{X} = C\vec{x}$ ، روش توانی، تشابه و تغییر شکل های متعامد، روش ژاکوبی روش Householder، الگوریتم های QR و LR، الگوریتم QL، مقادیر ویژه ماتریس های غیر قرینه	۸

منابع

ردیف	عنوان
۱	R. W. Hornbeck, Numerical Methods, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1975
۲	AlkisConstantinides, Applied Numerical Method with Personal Computers, McGraw-Hill Book Company, New York, 1987



۳ واحد ۴۸ ساعت	روش اجزاء محدود ۱ (ME2006) Finite Element Method 1 آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
-------------------	---	--

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	<p>مقدمه</p> <ul style="list-style-type: none"> - توضیحات کلی و چشم انداز روش‌های شبیه سازی حل معادلات دیفرانسیل جزئی - روش مستقیم و تعریف ماتریس سختی - اصل کار مجازی - معادلات تعادل - اصل حداقل انرژی پتانسیل - فرمول بندی تغییری - روش تقریبی ریتز - روش‌های باقیمانده وزن شده 	
۲	<p>روش تقریبی گالرکین</p> <ul style="list-style-type: none"> - فرمول بندی تغییری (ضعیف) - توابع وزنی، توابع حدسی و فضاهای آنها - روش بوبنف گالرکین و پتروف گالرکین - گسته سازی با روش گالرکین - نمایش ماتریسی معادلات گسته 	
۳	<p>خطا و خواص تقریب اجزاء محدود</p> <ul style="list-style-type: none"> - خاصیت مهمترین تقریب - خطای در روش اجزاء محدود - ملاحظات پایداری 	
۴	<p>تعاریف المانها</p> <ul style="list-style-type: none"> - المان یک بعدی (خطی، مرتبه دوم و سوم) - درون یابی لایکرانزی و هرمیسی - المانهای دو بعدی ایزوپاراتربک و متلهی 	

	<ul style="list-style-type: none"> - المانهای انتقالی - المانهای سه بعدی - مختصات موضعی و کلی - راکوبین تبدیل مختصات - انتگرال عددی به روش گوس 	
	<p>معادلات نفوذی یا بخش</p> <ul style="list-style-type: none"> - معادله انتقال حرارت هدایت دائم - معادله انتقال حرارت هدایت گذرا - پایداری روش - تمرکز جرم - حل دستگاه معادلات خطی و غیرخطی 	۵
	<p>معادله دائمی جابجایی</p> <ul style="list-style-type: none"> - معادله یک بعدی جابجایی بخش - روشهای پایدارسازی GLS و SUPG 	۶
	<p>معادله استوکس</p> <ul style="list-style-type: none"> - فرمول بندی مختلط - ضریب لاغرانژ - روش پنالتی - دقت و پایداری - ترکیب المانهای فشار سرعت مجاز - انتگرال گیری با رتبه پایین تر - روش پنالتی سازگار و ناسازگار 	۷
	<p>جريان تراکم پذیر لزج</p> <ul style="list-style-type: none"> - چشم انداز - اشکال مختلف معادلات ناویه - استوکس - روش مختلط - روش پنالتی - روشهای پایدارسازی 	۸
	<p>تولید شبکه</p> <ul style="list-style-type: none"> - انواع شبکه 	۹



	<ul style="list-style-type: none"> - روش‌های تولید شبکه - شبکه‌های منظم و غیر منظم <p>برنامه‌نویسی روش اجزاء محدود</p> <ul style="list-style-type: none"> - ایده‌های عمومی و اصلی - روش Frontal - روش Sky-Line 	
--	--	--

منابع

ردیف	عنوان
۱	The Finite Element Method, Basic Concepts and Applications, Pepper and Hienrich, 1992
۲	Intermediate Finite Element Method, Fluid Flow and Heat Transfer Application, Heinrich and Pepper, 1999
۳	The Finite Element Method, T.J.R. Hughes, 1987
۴	The Finite Element Programming, Hinton and Owen, 1977



۳ واحد ۴۸ ساعت	مکانیک مواد مرکب پیشرفته (ME2018) Advanced Mechanics of Fibrous Composites	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	قانون هوک تعمیم یافته Generalized Hooke's Law - قانون ساختاری سه بعدی مواد مرکب در جهت‌های اصلی ماده - قانون ساختاری در جهت‌های غیر اصلی ماده - ثابت‌های مهندسی در جهت‌های اصلی و غیر اصلی ماده - اثر دما در قانون ساختاری سه بعدی مواد مرکب	
۲	مسائل تنש صفحه‌ای Plane-Stress Problems - قانون ساختاری دو بعدی مواد مرکب و اثر دما - معادلات تعادل در مختصات متفاوت و روابط کرنش و جابجایی - رابطه سازگاری - حل مسائل متفاوت با فرض تنش صفحه‌ای - صفحه‌های شبیه ایزوتrop و حل مسائل مرتبط با آنها - تمرکز تنش در صفحه‌های شبیه ایزوتrop - ارتباط بین مسائل تنش صفحه‌ای ایزوتrop و شبیه ایزوتrop	
۳	پدیده لایه مرزی در ورقه‌ای کامپوزیتی Boundary-Layer Phenomenon in Flat Laminates - فرمول‌بندی الاستیسیته برای ورقه‌ای متفاوت کامپوزیتی و پدیده لایه مرزی - حل مسائل متفاوت کششی و خمشی - بررسی و حل مسائل مرتبط با پدیده لایه مرزی با استفاده از تئوری لایه گون	
۴	بررسی مسائل پوسته‌های کامپوزیتی Composites Basic Problems of Shell-Type - بررسی مسائل کششی و پیچشی استوانه‌های کامپوزیتی تحت فشار و دما - تئوری الاستیسیته و تئوری مرتبه اول بررسی - بررسی مسائل مايكرو مکانیک مواد مرکب طبق تئوری الاستیسیته	



- بررسی و حل مسائل مرتبط با لایه های مرزی در پوسته های کامپوزیتی طبق تئوری
الاستیسیته و تئوری لایه گون پوسته ها

منابع

ردیف	عنوان
۱	Mechanics of Fibrous Composites, Carl T. Herakovich



۳ واحد ۴۸ ساعت	مکانیک محیط های پیوسته ۱ (ME2004) Continuum Mechanics	نام درس و تعداد واحد (نظری)
	آزمون نهایی، آزمون نوشتاری	روش ارزشیابی

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	حساب و جبر تانسوری (Tensor Analysis) حساب و جبر تانسوری در مختصات کارتزین- قضایای گرادیان، دیورانس و چرخش- جبر داید و داید یک- جبر تانسوری در مختصات غیردکارتی- تانسورهای ایزوتrop.	
۲	تحلیل تنش (Stress Analysis) بردار تنش- فرمول کوشی- تنشهای اصلی و جهت‌های اصلی تنش- تنشهای انحرافی و جهت‌های آنها.	
۳	تحلیل سینماتیک در محیط های پیوسته (Kinematics) توصیف حرکت و جایگای در توصیف اولری و لاگرنژی- مشتق گیری اولری- کرنش و نرخ کرنش- فرمول انبساط اولر- جکوبین و معادله پیوستگی- قضیه هلتر و قضیه چرخش کلوین	
۴	قوانين توازن محیط پیوسته (Balance Laws for a Continuum) لم دوبوی- ریمان- قضیه انتقال ری نالدر- قانون توازن جرم- قانون توازن اندازه حرکت خطی- معادلات حرکت و تعادل نویه- معادلات نویه- استوکس- تنشهای کوشی، پیولا- کریشهف اول، پیولا- کریشهف دوم و معادلات حرکت- معادلات سازگاری- قانون توازن اندازه حرکت چرخشی- قانون توازن انرژی و قانون ساختاری مواد ایزوتrop و غیر ایزوتrop.	

منابع

ردیف	عنوان
۱	Continuum Mechanics D. Frederick and T.S. Chang
۲	Continuum Mechanics by Philip G. Hodge, JR. Mc. Graw- Book Co
۳	Mechanics of Continuum by A. C. Eringen. John Wiley & Sons, INC
۴	Continuum Mechanics, chang, Prentice Hall, 1983
۵	Continuum Mechanics for Engineers, Thomas, CRC Press, 1999



۳ واحد ۴۸ ساعت	روش‌های پژوهش (ME2019) Research Methods	نام درس و تعداد واحد (نظری) روش ارزشیابی
آزمون نهایی، آزمون نوشتاری		

سرفصل

ردیف	مباحث	تعداد جلسات
۱	تعریف پژوهش و انگیزه انجام پژوهش، یافتن موضوع برای پژوهش و درک صحیح و دقیق مسئله، انواع پژوهش، نحوه آگاهی از مطالعات انجام شده به وسیله دیگران، شناسائی و تعیین عواملی که به هر طریق به موضوع پژوهش و پاسخ آن مربوط می‌شوند، چرخه یا مدار پژوهش، بررسی روش‌های مختلف پژوهش و آشنائی با ابزارهای تحقیق در علوم و مهندسی، انجام آزمایش و جمع‌آوری اطلاعات منتج از آزمایش و استفاده از بانک‌های اطلاعاتی، ارزیابی اطلاعات و نتیجه‌گیری و بیان پاسخ مسئله، نحوه ارائه نتایج پژوهش و تهییه گزارش و مقاله علمی و ارائه سمینار، تهییه یک پیشنهاد تحقیقاتی (Research Proposal) و طراحی روش تحقیق مربوط به عنوان رساله انتخاب شده.	

منابع

ردیف	عنوان
۱	Drew, C. J. Introduction to Designing and Conducting Research, the C. V. Mosby Company, St. Louis, MO, 1980
۲	Dominowski, R. L. , Research Methods, Prentice – Hall, Inc. , Englewood Cliff, N J , 1980
۳	Ziegler, B. P. , Theory of Modelling and Simulation, John Wiley and Sons, New York
۴	Davis, R. M. , Thesis Projects in Science and Engineering. , St. Matzin's Press, New York, 1980

