جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی

دوره: کارشناسی ارشد

رشته: مهندسی مکانیک

گرایش: تبدیل انرژی

بازنگری شده مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۷ دانشگاه تهران

بسم الله الرّحمن الرّحیم

عنوان برنامه: مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی
بازنگری شده توسط دانشگاه تهران

۱ـ به استنادآیین نامه واگذاری اختیارات برنامه ریزی درسی مصوب جلسه شماره ۸۸۲ مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی ، برنامه درسی بازنگری شده دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی براساس نامه شماره ۳۳۶۰۱۲/۱۲۳ مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۱۱ دانشگاه تهران دریافت شد.

۲ـ برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده وبرای تمامی دانشگاه ها ومؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند، برای اجرا ابلاغ می شود.

۳ـ این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۷ـ۱۳۹۶ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

عبدالرحیم نوه‌ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

دانشگاه تهران

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره: کارشناسی ارشد

رشته : مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی

پردیس دانشکده های فنی

مصوب جلسه مورخ ۹۴/۱۰/۲۷ شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

این برنامه بر اساس آیین نامه وزارتی تفویض اختیارات برنامه ریزی درسی به دانشگاه های دارای هیات ممیزه توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک پردیس دانشکده های فنی بازنگری شده و در دویست و نود و سومین جلسه شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه مورخ ۱۳۹۴/۱۰/۲۷ به تصویب رسیده است

مصوبه شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه تهران در خصوص برنامه درسی

رشته : مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی

مقطع : کارشناسی ارشد

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی که توسط اعضای هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک پردیس دانشکده های فنی بازنگری شده است با اکثریت آراء به تصویب رسید.

- این برنامه از تاریخ تصویب لازم الاجرا است.
- هر نوع تغییر در برنامه مجاز نیست مگر آنکه به تصویب شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه برسد.
- این برنامه درسی جایگزین برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی مصوب جلسه شماره ۸۳۵ مورخ ۹۲/۰۴/۰۹ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری گردیده است.

سید حسن حسینی
معاون آموزشی دانشگاه

فرزانه شمیرانی
دبیرشورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه

رای صادره جلسه مورخ ۹۴/۱۰/۲۷ شورای برنامه ریزی آموزشی دانشگاه در مورد بازنگری برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی در مقطع کارشناسی ارشد صحیح است، به واحد ذیربط ابلاغ شود.

محمود نیلی احمد آبادی
رئیس دانشگاه تهران

فصل اول

مشخصات کلی

تبدیل انرژی

مشخصات کلی برنامه درسی مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی در مقطع کارشناسی ارشد

Mechanical Engineering - Energy Conversion

تعریف رشته

دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک تبدیل انرژی، یکی از دوره های تحصیلات تکمیلی در آموزش عالی کشور است. هدف از این رشته ارتقاء دانش مهندسان مکانیک دارای مدرک کارشناسی و افزایش و تعمیق دید علمی آنها است. در این دوره همچنین پایه های علمی لازم برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری فراهم شده و آموزشهای لازم در جهت انجام امور پژوهشی به دانشجو تدریس می گردد. با گذراندن این دوره دانشجو می تواند مسائل مربوط به مهندسی مکانیک را که نیاز به استفاده بیشتر از مبانی علمی و پژوهشی دارند را مرتفع نماید. زمینه های فعالیت در این گرایش بیشتر مرتبط با سیستم ها و سامانه های انرژی و آنالیز سیالات می باشد.

هدف رشته

هدف از این رشته آموزش علوم مهندسی مکانیک پیشرفته به دانشجویان و همچنین یاددهی مراحل مختلف انجام یک پژوهش علمی-مهندسی به آنهاست. لذا دانشجویان با مراحل انجام یک تحقیق آشنا شده و بستر علمی لازم در آنها برای انجام تحقیقات علمی و مهندسی فراهم می گردد. در این گرایش هدف یاددهی فرموله کردن و حل مسائل مرتبط با سیالات و کاربردهای آنها در صنایع مختلف می باشد.

تربیت و آموزش نیروی انسانی متخصص در زمینه صنعت توربوماشین های آبی شامل پمپ، توربین، فن و .... و همچنین کادر آموزشی دانشگاه های کشور در زمینه تخصصی توربوماشین ها مطابق با سطح دانشگاه های معتبر جهانی و ارتقاء این رشته در عرصه های داخلی، منطقه ای و بین المللی.

ضرورت و اهمیت رشته

در بسیاری از پروژه های صنعتی نیاز به دانشی بیش از دانش پایه مهندسی مکانیک حس می شود، لازم است این دانش در دوره های تحصیلات تکمیلی مانند (کارشناسی ارشد و دکتری) در افراد ایجاد شود. همچنین در پروژه های تحقیقاتی نه تنها نیاز به دانش فراتر از مهندسی وجود دارد بلکه توانایی هایی برای انجام و پیشبرد تحقیقات نیز لازم است که این توانایی در انجام تحقیقات در این دوره آموزش داده می شود. از آنجائیکه صنایع اصلی کشور صنایع مربوط با حوزه انرژی می باشند لذا اهمیت این گرایش دوچندان خواهد بود.

نقش و توانایی فارغ التحصیلان

شناسایی و فرموله کردن و حل کردن مشکلات مهندسی مکانیک

استفاده از فناوریها، علوم روز و ابزارهای مدرن در فعالیتهای مرتبط با مهندسی مکانیک

بکارگیری دانش مهندسی مکانیک در انجام تحقیقات مرتبط با این علم

بکارگیری دانش‌های توربوماشین ها در طراحی دستگاه های این حوزه.

طراحی فرآیندهای مرتبط در تحلیل و تفسیر داده ها در صنایع مربوطه.

ارائه راه حل در حوزه تعمیر و نگهداری توربوماشین ها

طول دوره و شکل نظام

- شکل نظام بصورت ترمی - واحدی خواهد بود. و هر واحد نظری معادل ۱۶ ساعت می باشد.
- طول دوره کارشناسی ارشد حداکثر ۳ سال خواهد بود.

تعداد و نوع واحد های درسی

- تعداد واحدهای درسی در تبدیل انرژی مقطع کارشناسی ارشد: ۳۲ واحد درسی شامل ۱۲ واحد اصلی، ۶ واحد تخصصی، ۶ واحد اختیاری، ۲ واحد سمینار، ۶ واحد پایان نامه می باشد.

شرایط پذیرش دانشجو

مطابق ضوابط و مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

مواد و ضرایب امتحانی

مواد و ضرائب امتحانی توسط سازمان سنجش بر اساس مصوبات آموزش عالی تعیین می‌گردند.

فصل دوم

برنامه و عناوین دروس

تبدیل انرژی

دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

شاخه تخصصی: علوم حرارتی و انرژی

جدول دروس و تعداد واحدهای دوره

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس کمبود (جبرانی)	۹	
۲	دروس اصلی (الزامی)	۱۲	
۳	دروس تخصصی	۶	
۴	دروس اختیاری	۶	
۵	سمینار	۲	
۶	پایان نامه	۶	

جدول شماره : ۱

جدول دروس کمبود (جبرانی) رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – علوم حرارتی و انرژی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال حرارت ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	ترمودینامیک ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	مکانیک سیالات ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۹	-	۹	۱۴۴	-	۱۴۴	

جدول شماره : ۲

جدول دروس اصلی (الزامی) رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – علوم حرارتی و انرژی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	انتقال حرارت پیشرفته (جابجایی)	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱
۴	ترمودینامیک پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

جدول شماره : ۳

جدول دروس تخصصی رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – علوم حرارتی و انرژی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال حرارت پیشرفته (هدایت)	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	انتقال حرارت پیشرفته (تابش)	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	جریان های دوفاز	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۴	دینامیک سیالات محاسباتی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است حداقل ۲ درس از چهار عنوان مندرج در جدول شماره ۳ را اخذ نماید.

جدول شماره : ۴

جدول دروس اختیاری رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – علوم حرارتی و انرژی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	روشهای محاسبات عددی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	ترمودینامیک آماری	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۴	دینامیک گازها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۵	روش اجزاء محدود ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۶	توربوماشین پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۷	آیرودینامیک پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۸	دینامیک سیالات محاسباتی ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: دینامیک سیالات محاسباتی ۱
۹	توربولانس	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۱۰	تئوری لایه های مرزی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضی پیشرفته ۱ - مکانیک محیطهای پیوسته - مکانیک سیالات پیشرفته
۱۱	مکانیک سیالات غیرنیوتنی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضی پیشرفته ۱ - مکانیک محیطهای پیوسته - مکانیک سیالات پیشرفته
۱۲	روشهای رسانش حرارتی معکوس	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۳	انتقال حرارت جابجایی در محیط های متخلخل	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۴	مکانیک محیط های پیوسته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۵	انتقال حرارت در جریان دوفاز	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد

۱۶	آیرودینامیک توربین های بادی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: روشهای محاسبات عددی پیشرفته - مکانیک سیالات پیشرفته همنیاز: دینامیک سیالات محاسباتی۱
۱۷	مکانیک ذرات معلق	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۱۸	کمی سازی عدم قطعیت در مهندسی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز:روشهای محاسبات عددی پیشرفته
۱۹	انتقال حرارت جابجایی در میکروکانالها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۰	توربوماشین های آبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۱	پمپ و پمپاژ	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۲	تولید شبکه عددی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۳	میکرو نانو سیالات	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۴	احتراق پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۵	انتقال انرژی در اندازه های نانو	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۶	انتقال حرارت افزایشی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۷	دینامیک ماشینهای دوار	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: روشهای محاسبات عددی پیشرفته
۲۸	سیستم‌های اندازه‌گیری پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۹	شبیه سازی انمی در مقیاس نانو	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۰	سیستم های انرژی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۱	ترمودینامیک سطح	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۹۳	-	۹۳	۱۴۸۸	-	۱۴۸۸	

دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است با تائید استاد راهنمای پایان نامه واحدهای باقیمانده خود را از دروس جدول شماره ۳ یا دروس جدول شماره ۴ اخذ نماید.

دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

شاخه تخصصی: مکانیک سیالات

جدول دروس و تعداد واحدهای دوره

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس کمبود (جبرانی)	۹	
۲	دروس اصلی (الزامی)	۱۲	
۳	دروس تخصصی	۶	
۴	دروس اختیاری	۶	
۵	سمینار	۲	
۶	پایان نامه	۶	

جدول شماره : ۱

جدول دروس کمبود (جبرانی) رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – مکانیک سیالات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال حرارت ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	ترمودینامیک ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	مکانیک سیالات ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۹	-	۹	۱۴۴	-	۱۴۴	

جدول شماره : ۲

جدول دروس اصلی (الزامی) رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – مکانیک سیالات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	توربولانس	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۳	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱
۴	ترمودینامیک پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

جدول شماره : ۳

جدول دروس تخصصی رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – مکانیک سیالات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال حرارت پیشرفته (جابجایی)	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	دینامیک گازها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	تئوری لایه های مرزی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضی پیشرفته ۱ - مکانیک محیط‌های پیوسته - مکانیک سیالات پیشرفته
۴	دینامیک سیالات محاسباتی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: محاسبات عددی همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است حداقل ۲ درس از چهار عنوان مندرج در جدول شماره ۳ را اخذ نماید.

جدول شماره : ۴

جدول دروس اختیاری رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – مکانیک سیالات در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	انتقال حرارت پیشرفته (هدایت)	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	انتقال حرارت پیشرفته (تابش)	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳	روشهای محاسبات عددی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۴	موتورهای احتراق داخلی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۵	ترمودینامیک آماری	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۶	جریان های دوفاز	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۷	روش اجزاء محدود ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۸	توربوماشین پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۹	آیرودینامیک پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۱۰	دینامیک سیالات محاسباتی ۲	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: دینامیک سیالات محاسباتی ۱
۱۱	مکانیک سیالات غیرنیوتنی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضی پیشرفته ۱ - مکانیک محیط‌های پیوسته - مکانیک سیالات پیشرفته
۱۲	روشهای رسانش حرارتی معکوس	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۳	انتقال حرارت جابجایی در محیط های متخلخل	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۴	مکانیک محیط های پیوسته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۵	انتقال حرارت در جریان دوفاز	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد

۱۶	آیرودینامیک توربین های بادی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: روشهای محاسبات عددی پیشرفته - مکانیک سیالات پیشرفته همنیاز: دینامیک سیالات محاسباتی۱
۱۷	مکانیک ذرات معلق	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۱۸	کمی سازی عدم قطعیت در مهندسی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز:روشهای محاسبات عددی پیشرفته
۱۹	انتقال حرارت جابجایی در میکروکانالها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۰	توربوماشین های آبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۱	پمپ و پمپاژ	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۲	تولید شبکه عددی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۳	میکرو نانو سیالات	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۴	احتراق پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۵	انتقال انرژی در اندازه های نانو	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۶	انتقال حرارت افزایشی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۷	دینامیک ماشینهای دوار	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: روشهای محاسبات عددی پیشرفته
۲۸	سیستم‌های اندازه‌گیری پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲۹	شبیه سازی اتمی در مقیاس نانو	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۰	سیستم های انرژی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۱	ترمودینامیک سطح	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۲	انتقال جرم در سیستمهای زیستی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۳	بیورئولوژی وهمورئولوژی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۴	تعامل سیال و جامد (FSI) در سیستم های حیاتی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۳۵	مکانیک سیالات در سیستمهای بیولوژیکی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۱۰۵	-	۱۰۵	۱۶۸۰	-	۱۶۸۰	

دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است با تائید استاد راهنمای پایان نامه واحدهای باقیمانده خود را از دروس جدول شماره ۳ یا دروس جدول شماره ۴ اخذ نماید.

دوره کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

شاخه تخصصی: ماشینهای آبی

جدول دروس و تعداد واحدهای دوره

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد	ملاحظات
۱	دروس کمبود (جبرانی)	۶	
۲	دروس اصلی (الزامی)	۱۲	
۳	دروس تخصصی	۶	
۴	دروس اختیاری	۶	
۵	سمینار	۲	
۶	پایان نامه	۶	

جدول شماره : ۱

جدول دروس کمبود (جبرانی) رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – ماشینهای آبی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	توربوماشین ها	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	مکانیک سیالات ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۶	-	۶	۹۶	-	۹۶	

جدول شماره : ۲

جدول دروس اصلی (الزامی) رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – ماشینهای آبی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	ریاضیات پیشرفته ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۲	مکانیک سیالات پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱
۳	توربوماشین های آبی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۴	پمپ و پمپاژ	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

جدول شماره : ۳

جدول دروس تخصصی رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – ماشینهای آبی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	توربوماشین پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته همنیاز: دینامیک سیالات محاسباتی ۱
۲	دینامیک سیالات محاسباتی ۱	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: محاسبات عددی همنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۳	جریان های دوفاز	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۴	دینامیک ماشینهای دوار	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: روشهای محاسبات عددی پیشرفته
جمع کل		۱۲	-	۱۲	۱۹۲	-	۱۹۲	

دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است حداقل ۲ درس از چهار عنوان مندرج در جدول شماره ۳ را اخذ نماید.

جدول شماره : ۴

جدول دروس اختیاری رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی – ماشینهای آبی در مقطع کارشناسی ارشد

ردیف	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعات			پیشنیاز / همنیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱	تئوری لایه های مرزی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضی پیشرفته ۱ - مکانیک محیطهای پیوسته - مکانیک سیالات پیشرفته
۲	توربولانس	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: مکانیک سیالات پیشرفته
۳	میکرو نانو سیالات	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۴	مکانیک سیالات غیرنیوتنی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: ریاضی پیشرفته ۱ - مکانیک محیطهای پیوسته - مکانیک سیالات پیشرفته
۵	آیرودینامیک توربین های بادی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیاز: محاسبات عددی - مکانیک محیطهای پیوسته
۶	کمی سازی عدم قطعیت در مهندسی	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	پیشنیازروشهای محاسبات عددی پیشرفته
۷	سیستم‌های اندازه‌گیری پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۸	مکانیک محیط های پیوسته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۹	سیستم های انرژی پیشرفته	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
۱۰	ترمودینامیک سطح	۳	-	۳	۴۸	-	۴۸	ندارد
جمع کل		۳۰	-	۳۰	۴۸۰	-	۴۸۰	

دانشجوی کارشناسی ارشد موظف است با تائید استاد راهنمای پایان نامه واحدهای باقیمانده خود را از دروس جدول شماره ۳ یا دروس جدول شماره ۴ اخذ نماید.

فصل سوم

سرفصل دروس

تبدیل انرژی

عنوان درس به فارسی : احتراق پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Combustion

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

در این درس اطلاعات لازم برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی که تحقیقات آنها در زمینه احتراق و جریانهای واکنش شیمیایی فراهم می‌گردد. تاکید اصلی بر آماده سازی دانشجو جهت ممارست عملی در زمینه احتراق می‌باشد.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه
۲. ترمودینامیک احتراق
۳. تعادل شیمیایی
۴. سینتیک شیمیایی
۵. معادلات حاکم بر جریانهای واکنش شیمیایی
۶. شعله‌های پیش آمیخته آرام
۷. شعله‌های غیرپیش آمیخته آرام
۸. احتراق قطره و اسپری
۹. مقدمه‌ای بر توربلانس
۱۰. شعله‌های مغشوش
۱۱. کاربردها

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۲۵٪	۳۵٪	۲۵٪

فهرست منابع:

1. Principles of Combustion by K. K. Kuo.
2. Turbulent Combustion by N. Peters.
3. Combustion by I. Glassman and R. A. Yetter.
4. Theoretical and Numerical Combustion by T. Poinsot and D. Veynante.
5. Combustion Theory by F. A. Williams.

فهرست مطالعات:

1. An Introduction to Combustion by S. R. Turns.
2. Combustion by J. Warnatz, U. Maas, and R. W. Dibble.
3. Introduction to Combustion Phenomena by A. M. Kanury.

عنوان درس به فارسی : انتقال انرژی در اندازه های نانو

عنوان درس به لاتین : Nano Scale Energy Transport

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

۱. آشنایی با انتقال حرارت در اشل های نانو
۲. آشنایی با حامل های حرارت (فوتون، فونون و الکترون) در اشل های نانو
۳. آشنایی با انتقال انرژی به وسیله امواج و ذرات در اشل های نانو
۴. آشنایی باتراژهای انرژی در ساختارهای نانویی

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه ای بر فناوری نانو و کاربردهای پدیده انتقال در اندازه های نانو
۲. موج های مادی و ترازهای گسسته انرژی
۳. حالت های انرژی در جامدات
۴. ترمودینامیک آماری و ذخیره سازی انرژی
۵. انتقال انرژی با امواج
۶. توصیف ذره ای پدیده های انتقال
۷. اثرات ناشی از اندازه های کوچک در پدیده های انتقال(size effects)
۸. تبدیل انرژی و پدیده های انتقال به طور همزمان
۹. روش های محاسباتی در شبیه سازی پدیده های انتقال در اندازه های نانو

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۳۰٪	-	۴۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Chen, G. "Nano Scale Energy Transport and Conversion", Oxford University Press, 2005.
2. Zhang, Z.M., Nano/Micro scale Heat Transfer, McGraw Hill, 2008.

فهرست مطالعات:

1. Kaviany, M. Heat Transfer Physics, Cambridge University Press, 2008.

عنوان درس به فارسی : انتقال حرارت افزایشی

عنوان درس به انگلیسی : Augmentation in Heat Transfer

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

دانشجویان در این درس به درک عمیق‌تری از انتقال حرارت افزایشی می‌رسند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه ای بر انتقال حرارت افزایشی
   - مقدمه
   - روشهای انتقال حرارت افزایشی
   - روش های غیر فعال
   - روش های فعال
   - بررسی ادبیات موضوع
   - ملاحضات کلی
   - بررسی سازندگان تجهیزات افزایشی
   - فواید افزایش اانتقال حرارت
   - کاربردهای تجاری سطوح افزایش یافته
   - افزایش اانتقال حرارت در انواع میدل ها
   - شرح روش های افزایشی در انواع سطوح لوله ها(داخل و خارج لوله)
   - بررسی هندسه پره ها ی مختلف و تاثیر آن بر افزایش انتقال حرارت
   - تکنیک های افزایشی مبدل های حرارت صفحه ای
   - سیستم های پکینگ برج های خنک کن
   - سیستم های متخلخل در برج های تقطیر
   - مطالعه معیار افزایش گرما PEC
۲. بررسی مسایل انتقال گرما در مبدل ها-مطالعه راندمان انواع پره هادر سیستم های افزایشی در جریان های تک فاز و دوفاز
   - مطالعه اثر تغییرات خواص فیزیکی در حرارت افزایشی
   - مطالعه اثر تغییرات رسوب بر افزایش انتقال حرارت
۳. مطالعه معیار افزایش گرماPEC در جریان های تک فاز
   - اهداف و محدودیت های هندسه هلی افزایشی
   - بررسی مقاومت حرارتی دردو طرف سطوح افزایشی

- بررسی روابط f و j در هندسه های مختلف
- مطالعه اثر تغییرات PEC
- تحلیل معیار عملکرد(PEC) بر مبنای اگزرژی

۴. مطالعه انواع سطوح و پره های افزایشی
- دسته پره های Off Set
- اصئل افزایشی در پره ها
- بررسی PEC در پره های Off Set
- پره های لوور و مطالعه انتقال حرارت و ضرایب اصطکاک آن ها
- مطالعه ساختار جریان سیال و میدان دما در پره های لوور
- مطالعه میدان حرکت سیال و دما در دسته پره های موجی
- مطالعه میدان حرکت سیال و دما در دسته پره های موجی سه بعدی
- مطالعه مولد های ورتکس در جریان داخلی و خارجی
- انواع مولد های ورتکس
- مولدهای ورتکس در مبدل های صفحه-پره ای
- مطالعه فوم های فلزی و تاثیر آن ها در انتقال حرارت افزایشی
- مطالع اثر پکینگ در مبدل های گاز-گاز

۵. لوله پره دار خارجی

۶. قراردان ابزار های مختلف برای جریان تک فاز انتقال حرارت افزایشی
- ریالرار دادن نوارهای پیچشی در داخل لوله ها ی صاف و زبر
- مطالعه جریان های آرام و مغشوش داخل لوله در حضور نوار پیچشی
- مطالعه معیار ارزیابی در لوله ها با نوار پیچشی
- اثر ابزارهای جابه جا کننده جریان در داخل لوله ها در دو حالت جریان آرام و مغشوش
- قرار دادن سیم پیچ در داخل لوله دو حالت جریان آرام و مغشوش
- مطالعه اثر تزریق مماسی در جریان داخل لوله ها و جریان های حلقوی

۷. لوله داخلی پره دار و و لوله های حلقوی پره دار(annuli)
- مطالعه لوله های پره های داخلی در جریان آرام و مغشوش
- مطالعه لوله های پره های حلقوی داخلی در جریان آرام و مغشوش و تاثیر آن بر افزایش انتقال حرارت

۸. اثرات زبری
- مطالعه جریان آرام و مغشوش لا در نظر گرفتن اثرا زبری
- مطالعه آنالوژی معادلات مومنتم و انتقال حرارت
- مطالعه جریان با زبری های دو بعدی
- مطالعه کاربردهای زبری
- روش های طراحی و انتخاب نوع بهینه زبری

۹. رسوب بر روی سطوح افزایش یافته
- معرفی اصول بنیادی رسوب
- رسوب گازها بر روی سوح پره ها
- رسو مایعات در روله های پره دار داخلی
- رسوب مایعات در هندسه های صفحه پره و روابط انتقال حرات مربوطه

۱۰. جوشش استخری و تبخیر لایه ای
- مطالعه تکنیک های مختلف برای افزایش انتقال حرارت جوشش

- مطالعا ت بنیادی تئوریک فرایندهای در مورد اثرات مایع سوپرهیت و شکل زبری ها در ایجاد حباب ها
- مطالعه دینامیک حباب
- مطالعه مکانیزم های جوشش بر بروی سطوح افزایشی
- مطالعه مکانیزم های جوشش بر روی سطوح متخلخل
- مطالعه شار حرارتی بحرانی

۱۱. چگالش بخار
- چگالش قطره ای
- بررسی روش های افزایش چگالش
- مطالعه کشش سطحی در چگالش
- مطالعه چگالش در دسته لوله های افقی پره دار

۱۲. تبخیر همرفتی
- مطالعه تکنیک های افزایش تبخیر در لوله ها همراه با فین های داخلی
- قرار گرفتن ابزارهای جریان چرخشی و محیط های متخلخل
- مطالعه میکرو فین تیوپ ها
- مطالعه تکنیک های افزایشی در مینی و میکروکانال

۱۳. انتقال حرارت افزایشی با استفاده از میدان های الکتریکی(EHD)
- اثر میدان الکتریکی در جریان تک فاز
- اثر میدان الکتریکی در چگالش
- اثر میدان الکتریکی بر جوشش
- مطالعه شار حرارتی بحرانی در جوشش تحت میدان الکتریکی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۳۰٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Principles enhancement heat transfer R.L.Webb
2. Handbook of heat transfer A.bejan

فهرست مطالعات:

1. Handbook of fundamental heat transfer Rohsenow

عنوان درس به فارسی : انتقال جرم در سیستمهای زیستی

عنوان درس به انگلیسی : Mass Transfer in Biological Systems

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با سیستمهای انتقال جرم در موجودات زنده و مدلسازی آنها

سرفصل درس :

۱. انتقال جرم از طریق نفوذ:
غلظت، سرعت، جریان، قانون فیک، تعادل جرم، شرایط مرزی و اولیه، نفوذ، جریان پایدار، انتقال جرم با واکنش شیمیایی، دیفیوژن انتقالی

۲. انتقال جرم از طریق همرفت:
ضریب انتقال جرم همرفت، لایه مرزی، اعداد بی بعد (لوییس، اشمیت، پرنتل، شروود، استن، ناسلت)، معادلات دیفرانسیل جزیی حاکم، مدل پدیده انتقال، تأثیر تلاطم بر انتقال جرم، معادلات انتقال جرم، انتقال جرم و حرارت همزمان، تبخیر آب در هوا.

۳. کاربرد انتقال جرم در سیستمهای حیاتی:
مقدمه، اهمیت انتقال جرم در مهندسی پزشکی، پدیده انتقال، تعریف فرآیندها انتقال، گرادیان های جرم و جریان، گستره زیستی مقادیر ضریب نفوذ، مدل پدیده انتقال، اهمیت نسبی نفوذ و همرفت در سیستمهای زیستی، سیستمهای انتقال فیزیولوژیکی (سلول، بافت ارگان و سیستم)، کارکردهای انتقال در سیستمهای بدن (سیستم تنفس، سیستم قلب و عروق، سیستم گوارش، کبد و کلیه)

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Incropera, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons Inc, 2005.
2. Ashim K. Datta, Biological and Bioenvironmental Heat and Mass Transfer, Marcel Dekker Inc., 2002.

فهرست مطالعات:

1. Jaim Benitez, Principles and Modern Applications of Mass Transfer Operations, John Wiley and Sons, 2009.
2. S. Kandikar, S. Garimellam D. Li, S. Colin and M. King, Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchanells, Elsevier Ltd., 2014.

عنوان درس به فارسی : انتقال حوارت پیشرفته (هدایت)

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Conduction Heat Transfer

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای علوم حرارتی و انرژی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

دانشجویان در این درس به درک عمیق‌تری از انتقال حرارت هدایت می‌رسند.

اهداف رفتاری :

ارتباط با ملاک ۱ (زیاد) ارتباط با ملاک ۵ (زیاد) ارتباط با ملاک ۷ (زیاد)

ارتباط با ملاک ۱۰(زیاد) ارتباط با ملاک ۱۱ (زیاد)

سرفصل‌های درس :

۱. مفاهیم بنیادی هدایت حرارتی

۲. فرمولاسیون مسائل

۲-۱. تعریف مفاهیم فرمولاسیون

۲-۲. بیان قوانین عمومی حاکم بر مسائل هدایت حرارتی

۲-۳. فرمولاسیون قوانین عمومی به روش یکپارچه

۲-۴. فرمولاسیون قوانین عمومی به روش انتگرالی

۲-۵. فرمولاسیون قوانین عمومی به روش دیفرانسیلی

۲-۶. بیان و فرمولاسیون قوانین ویژه

۳. معادله هدایت حرارتی- مطالعه تولید انتروپی بر اثر مقاومت هدایتی اجسام

۳-۱. مطالعه شرایط مرزی در حالات مختلف- شرط مرزی هدایت حرارتی همراه با تغییر فاز

۴. هدایت حرارتی یک بعدی در حالت دائم

۴-۱. بیان کلی مسئله هدایت حرارتی و فرمولاسیون آن

۴-۲. مطالعه قانون فوریه در هدایت حرارتی

۴-۳. مطالعه ضریب هدایت حرارتی در حالت کلی (تانسور ضریب هدایت حرارتی)

۴-۴. مطالعه ضریب هدایت حرارتی اجسام غیرهمگن

۴-۵. مطالعه ضریب هدایت حرارتی متغیر

۴-۶. مطالعه اصل برهم‌نهی (Superposition)

۴-۷. مطالعه پره‌ها با مقطع متغیر و با شرط جابجایی و تشعشع از سطح پره

۴-۸. استفاده از تابع بسل در حل مسائل پره‌ها

۴-۹. مطالعه حل‌های تقریبی برای پره‌ها

۵. هدایت حرارتی در حالت دائمی در اجسام دوبعدی و سه‌بعدی

۵-۱. مطالعه هدایت حرارتی در حالت دوبعدی در مختصات کارتزین- حل به کمک سری فوریه

۵-۲. هدایت حرارتی در حالت دوبعدی در مختصات استوانه‌ای- حل به وسیله سری‌های بسل- فوریه

۵-۳. حل مسائل هدایت حرارتی در حالت سه‌بعدی در مختصات کروی با استفاده از سری‌های لژاندر- فوریه

۵-۴. حل مسائل هدایت حرارتی سه‌بعدی در مختصات کارتزین

۶. هدایت حرارتی در حالت غیردائمی

۶-۱. مطالعه هدایت حرارتی در سیستم‌های با فرمولاسیون یکپارچه و توابع پله‌ای اغتشاشات مرزی

۶-۲. مطالعه هدایت حرارتی غیردائمی در سیستم‌های با شرایط مرزی وابسته به زمان

۷. هدایت حرارتی با استفاده از تبدیل لاپلاس

۷-۱. حل مسائل هدایت حرارتی غیردائمی به روش تبدیل لاپلاس

۷-۲. حل مسائل هدایت حرارتی غیردائمی به روش تبدیل فوریه

۸. استفاده از روش دمای مختلط (Complex Temperature) در مسائل هدایت حرارتی

۹. فرمولاسیون عهدایت حرارتی به روش حساب تغییرات

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۴۰٪	۴۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

1. Schneider, P.J., Conduction Heat Transfer, Addison-Wesley, 2012.
2. Ozisik, M.N., Heat Conduction, John Wiley & Sons, 2011.

فهرست مطالعات:

1. Arpaci, V.S., Conduction Heat Transfer, Addison-Wesley, 1966.

عنوان درس به فارسی : انتقال حرارت پیشرفته (جابجایی)

عنوان درس به انگلیسی : Convection Heat Transfer

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی برای علوم حرارتی و انرژی - تخصصی برای مکانیک سیالات

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

دانشجویان در این درس به درک عمیق‌تری از انتقال حرارت جابجایی می‌رسند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه
۲. معادلات بقای جرم، مومنتوم، انرژی و جرم
۳. معادلات دیفرانسیل لایه‌مرزی آرام
۴. معادلات دیفرانسیل لایه‌مرزی درهم
۵. معادلات انتگرالی لایه‌مرزی
۶. جریان داخلی آرام: جریان کاملاً توسعه‌یافته، جریان در حال توسعه، برهم‌نهی
۷. جریان داخلی درهم: آنالوژی رینولدز، جریان کاملاً توسعه یافته، جریان در حال توسعه
۸. جابجایی آزاد
۹. جریان خارجی آرام: حل دقیق، روش‌های انتگرالی، روش تشابهی
۱۰. جریان خارجی آشفته: روش‌های انتگرالی
۱۱. انتقال جرم
۱۲. سایکرومتریک

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۴۰٪	۴۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

1. Kays, W.M., Crawford, M.E., Convection Heat and Mass Transfer, McGraw-Hill, 2012.
2. Eckert, E.R., Drake, R.M., Analysis of Heat and Mass Transfer, CRC Press, 1986.
3. Jiji, L.M., Heat Convection, Springer, 2010.

فهرست مطالعات:

1. Kakac, S., Shah, R.K., Aung, W., Handbook of single-phase heat transfer, Wiley, 1987.
2. Bajan, A., Kraus, A.D., Heat Transfer Handbook, Wiley, 2003.

عنوان درس به فارسی : انتقال حرارت پیشرفته (تابش)

عنوان درس به لاتین : Thermal Radiation Heat Transfer

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای علوم حرارتی و انرژی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی کامل با فیزیک حاکم بر انتقال حرارت تابشی

آشنایی کامل با فرموله کردن مسایل انتقال حرارت تابشی در محیط های مشارکتی و غیر مشارکتی در شرایط کلی و طیفی و در بود و نبود حالت های دیگر انتقال حرارت

آشنایی اولیه با حل های تقریبی و عددی انتقال حرارت تابشی در محیط های مشارکتی

سرفصل‌های درس :

۱. آشنایی با طبیعت تابش حرارتی و جسم سیاه
۲. آشنایی با خواص تابشی سطوح- کمیت های کلی- جهتی و طیفی
۳. ضرایب شکل
۴. فرموله کردن مسایل تابشی از طریق تئوری تبادل تابش محفظه ها
   a. سطوح دیفیوز- خاکستری
   b. سطوح غیر خاکستری
۵. فرموله کردن مسایل تابش هنگامی که حالت های دیگر حرارت حضور دارند.
۶. آشنایی با سازو کارهای مختلف تابش در محیط های مشارکتی
۷. معادله انتقال(شدت) تابش
۸. حل دقیق تابش در لایه سطحی
۹. حل های تقریبی تابش در لایه های سطحی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۳۰٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Siegel, R. and Howell, J.R., "Thermal Radiation Heat Transfer", Fourth Edition, Taylor and Francis, 2010.
2. Modest, M. "Radiative Heat Transfer", Second Edition, Academic Press, 2003.
3. Sparrow, E. M., "Radiation Heat Transfer, Augmented Edition", CRC Press, 1978.

فهرست مطالعات:

1. Hottel, H. C. and Sarofim, A. F., "Radiative Transfer", McGraw-Hill Book Company, New York, 1967.
2. Reiss, H., "Radiative Transfer in Nontransparent Dispersed Media", Springer Verlag Pbl., 1988.
3. Chandrasekhar, S., "Radiative Transfer", Dover Pbl., 1960.
4. Edwards, D. K., "Radiation Heat Transfer Notes", Hemisphere Pbl., 1981.
5. Planck, M., "The Theory of Heat Radiation", Dover Pbl., 1991.

عنوان درس به فارسی : انتقال حرارت جابجایی در محیط های متخلخل

عنوان درس به انگلیسی : Convection Heat Transfer in Porous Media

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

دانشجویان در این درس به درک عمیق‌تری از انتقال حرارت جابجایی در محیط های متخلخل می‌رسند.

سرفصل‌های درس :

۱. مطالعه مکانیک سیالات در محیط متخلخل
   - مقدمه
   - مطالعه تخلخل(Porosity)
   - سرعت دارسی و معادله پیوستگی
   - معادله مومنتم: قانون دارسی
   - قانون دارسی: نفوذ پذیری
   - مطالعه مدل هایی که به قانون دارسی منتهی می شوند
   - مطالعه مدل های آماری قانون دارسی
   - توسعه قانون دارسی
   - بررسی شتاب و سایر اثرات اینرسی
   - بررسی معادله وورچیمیر
   - مطالعه معادله برنیکمین
   - بررسی شرایط مرزی هیدرودینامیکی
   - اثر تغییرات متخلخل
   - توربولانس در محیط متخلخل
   - مطالعه محیط های متخلخل پیچیده
۲. انتقال حرارت از محیط متخلخل
   - معادله انرژی: بررسی حالات ساده
   - بررسی معادله انرژی در حالات پیچیده
   - مطالعه هدایت حرارت کلی در محیط متخلخل
   - بررسی اثرات تغییرات فشار،اتلاف انرژی و تعادل ترمودینامیکی
   - مطاله پراکنش حرارتی در محیط های متخلخل
   - مطالعه شرایط مرزی
   - مطالعه انالوژی هله-شاو در محیط متخلخل

۳. مطالعه انتقال حرارت در محیط متخلخل-جریان های مختلط چند مولفه ای-جریان های چند ماده
- مطالعه جریان های مختلط چند مولفه ای و مفاهیم اساسی
- بررسی اصل بقا جرم در یک محیط متخلخل چند مولفه ای
- مطالعه انتقال حرارت و انتقال جرم به صورت تر کیبی
- اثر واکنش های شیمیایی
- جریان های چند فازی
- اصل بقای جرم
- اصل بقای ممونتم
- اصل بقای انرژی
- مطالعه محیط های متخلخل اشباع نشده

۴. جابه جایی اجباری
- دیواره تخت با دمای ثابت
- دیواره تخت با شار ثابت
- مطالعه کره و استوانه و لایه مرزی
- چشمه های حرارتی لوله ای و خطی
- مطاله اثرات گذرا
- اثرات عدم تعادل حرارتی
- اثر اینرسی و پراکنش حرارتی در جریان هلی خارجی
- اثرات اصطکاک مرزی و تغییرات متخاخل در جریان های خارجی
- اثرات اصطکاک ،اینرسی،تغییرات متخلخل در جریان های محبوس شده
- مطالعه جابه جایی اجباری از روی سطوحی که با مواد متخلخل پوشش داده شده اند.
- مبدل های حرارتی فشرده در محیط متخلخل
- مطالعه شبکه درختی برای محاسبه حداقل مقاومت در جریان های حجمی به نقطه ای

۵. جریان جابه جایی طبیعی بیرونی
- جابه جایی آزاد در صفحات عمودی
- حل های تشابهی-مطالعه حالت گذرا
- اثر تغیرات دمای محیط
- لایه های مرزی در انتقا ل حرارت مرکب
- اثرات صطکاک مرزی،اینرسی و پراکنش حرارتی
- بررسی مطالعات تجربی
- جابه جایی در صفحات مورب
- جابه جایی طبیعی از روی استوانه های متخلخل افقی
- جریان از روی استوانه در اعداد رایلی بزرگ
- جریان از روی استوانه در اعداد رایلی متوسط و کوچک
- مطالعه جابه جایی طبیعی از روی کره
- مطالعه جابه جایی طبیعی از روی کره در اعداد رایلی بزرگ
- مطالعه جریان جابه جایی طبیعی در جریان های دو بعدی و اجسام متقارن محوری
- جریان با چشمه حرارتی نقطه ای،چشمه های حرارتی خطی در اعداد رایلی بزرگ و کوچک

۶. مطاله جریان های آزاد داخلی-گرمایش از کف
- بررسی اثر ناپایداری جریان جابه جایی طبیعی

- مطالعه جریان غیر دارسی و اثرات پراکنش حرارتی
- بررسی تجربی جریان جابه جایی طبیعی داخلی
- مطالعه جریان جابه جایی طبیعی در استوانه های حلقوی
- مطالعه اثر میدان های مغناطیسی بر جابه جایی طبیعی جریان داخلی در محیط متخلخل

۷. بررسی جریان جابه جایی طبیعی-گرمایش از وجوه جانبی
- مطالعه رژیم لایه مرزی
- مطالعه پایداری جریان
- جابه جایی ترکیبی(هدایت و جابه جایی)

۸. مطالعه جابه جایی مختلط
- جابه جایی مختلط بیرونی و بررسی دیواره عمودی،دیواره های افقی،استوانه های عمودی و افقی و کره و سایر هندسه ها
- مطالعه جریان جابه جایی مختلط در داخل کانال های افقی
- مطالعه جابه جایی مختلط از استوانه های حلقوی افقی
- جریان جابه جایی مختلط از داخل استوانه عمودی،استوانه حلقوی عمودی

۹. مطالعه جابه جایی با لایه های مرزی پخشی دوگانه
- مطالعه انتقال حرارت و جرم-مطالعه پروفیل های غیر خطی
- مطالعه اثر سورت
- بررسی جریان جابه جایی با لایه های پخشی دوگانه در اعداد رایلی بزرگ

۱۰. انتقال حرارت جابه جایی با تغیر فاز
- فراین ذوب در محفظه های که دیواره های جانبی آن ها گره شده باشد
- اثر سوپر هیت شدن
- مطالعه انتقال حرارت در حالت انجماد با خنک کاری جانبی
- جوشش-جوشش لایه ای
- مطالعه فرایند چگالش در محیط های متخلخل

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۳۰٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Convection in porous media by A.Bejan
2. Vafai,K , Handbook of porous media
3. Kaviani M, principles of porous media

فهرست مطالعات:

1. Bear J, Dynamics Of fluids in of porous media

عنوان درس به فارسی : انتقال حرارت جابجایی در میکروکانالها

عنوان درس به انگلیسی : Convection Heat Transfer in Micro channels

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

دانشجویان در این درس با اصول و مفاهیم انتقال حرارت جابجایی در میکروکانال‌ها آشنا می‌شوند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه

۱-۱. تعریف مفاهیم گذرگاه‌های کوچک در جریان

۱-۲. دسته‌بندی کانال‌های جریان

۱-۳. بررسی کلی انتقال حرارت و افت فشار در میکروکانال‌ها و مقایسه آن با حالت ماکرو

۱-۴. میکروکانال‌های جاذب گرما (هیت سینک)

۱-۵. میکرولوله‌های حرارتی- تعاریف کلی و کاربردها

۲. مطالعه جریان لغزشی و معادلات حاکم

۲-۱. مطالعه رقیق شدگی گاز و اثرات جداره میکروکانال در میکروجریان‌ها

۲-۲. مطالعه گاز در مقیاس مولکولی- بررسی مختصر تئوری جنبشی گازها

۲-۳. مطالعه فرضیات پیوستگی و تعادل ترمودینامیکی

۲-۴. آنالوژی نودسن

۲-۵. مطالعه رژیم جریان گاز در میکروکانال‌ها

۲-۶. معادلات ناویر استوکس و شرایط مرزی کلاسیک در جریان تراکم‌پذیر

۲-۷. رژیم جریان لغزشی- بررسی معادلات ناویر استوکس، معادلات شبه دینامیک گاز، معادلات شبه هیدرودینامیکی (NS-QGD-QHD) و مقایسه آنها

۲-۸. مطالعه شرایط مرزی مرتبه بالا در معادلات NS-QGD-QHD

۲-۹. ضرایب تطابق- تأثیر لغزش سرعت و پروفیل دمایی بر ضریب جابجایی انتقال حرارت

۳. جابجایی در میکروکانال‌ها در جریان آرام

۳-۱. انتقال حرارت جابجایی در میکروکانال‌ها با مقاطع هندسی مختلف شامل میکروکانال‌های تخت و دایروی

۳-۲. مطالعه طول ورودی حرارتی در میکروکانال‌ها- محاسبه عدد نوسلت در ناحیه طول ورودی

۳-۳. جابجایی در میکروکانال‌ها با جریان حلقوی

۳-۴. اثر شرایط مرزی حرارتی بر انتقال حرارت جابجایی در میکروکانال‌ها و تأثیر ضرایب تطابق بر عدد نوسلت

۳-۵. مطالعه حل‌های تحلیلی جریان تک فاز گاز در میکروکانال‌ها با لغزش جریان

۳-۶. مطالعه عدد نوسلت جریان لغزشی برای هندسه‌های مختلف

۳-۷. مطالعه تأثیر عدد برینکمن بر عدد نوسلت در جریان گاز در میکروکانال با در نظر گرفتن اثرات لغزش و تابع اتلافی

۳-۸. اثر نسبت منظری بر عدد نوسلت در جریان تک فاز گاز در میکروکانال با لغزش جریان و پرش دمایی

۳-۹. اثر زبری در میکروکانال‌ها بر انتقال حرارت

۴. جابجایی در میکروکانال‌ها در جریان مغشوش- مطالعه شرایط مرزی مختلف و اثرات آن بر عدد نوسلت

۴-۱. مطالعه عدد نوسلت در جریان مغشوش در میکروکانال با هندسه‌های مختلف

۵. مطالعه جریان‌های الکتروسینتیک تک فاز در میکروکانال‌ها- تعاریف و کاربردها

۶. جریان الکترواسمتیک در میکروکانال‌ها- مطالعه EDL در جریان‌های میکرو و تأثیر آن بر ضریب جابجایی انتقال حرارت

۷. مطالعه فرآیند جوشش در میکروکانال‌ها

۷-۱. مطالعه ضریب جابجایی انتقال حرارت در انواع جوشش

۷-۲. مقایسه جوشش در مقیاس میکرو و ماکرو و تأثیر آن بر ضریب جابجایی

۸. چگالش در میکروکانال‌ها

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۴۰٪	۴۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

1. Kandlikar, S.G., Garimella, S., Li, D., Colin, S., King, M.R., Heat Transfer and Fluid Flow in Minichannels and Microchannels, Elsevier, 2006.
2. Kakac, S., Microscale Heat Transfer - Fundamentals and Applications, Springer, 2006.

فهرست مطالعات:

1. Li, D., Encyclopedia of Microfluidics and Nanofluidics, Springer, 2008.
2. Rohsenow, W., Hartnett, J., Cho, Y., Handbook of Heat Transfer, McGraw-Hill, 1998.

عنوان درس به فارسی : انتقال حرارت در جریان دو فاز

عنوان درس به انگلیسی : Heat Transfer in Two Phase Flow

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

این درس مقدمه ای بر جریان دو فاز گاز- مایع و یا بخار- مایع با تاکید بر انتقال حرارت همراه با تغییر فاز (تبخیر و میعان، چگالش و جوشش) در این جریانها می باشد.

سرفصل‌های درس :

۱. میعان لایه ای
۲. میعان جابجایی
۳. اصول جوشش استخری
۴. جوشش جابجایی
۵. انتقال حرارت و جرم در فرآیند تغییر فاز
۶. موضوعات خاص در انتقال حرارت دو فاز

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	-	۶۰٪	۲۰٪

فهرست منابع:

1. J.G. Collier, J, R. Thome, Convective Boiling and Condensation, 3rd edition, Oxford University Press, Oxford, 1996.
2. G. B. Wallis, One-Dimensional Two-Phase Flow, Mc Graw Hill, 1969.

فهرست مطالعات:

1. J. R. Thome, Heat Transfer Engineering Data Book III, 2007, Wolverine
2. M.E. Poniewski, J, R. Thome, Nucleate Boiling on Micro structured Surfaces, Heat Transfer Research, Inc. (HTRI) USA (2008).
3. J.R. Thome, Enhanced Boiling Heat Transfer, Hemisphere Pub. Corp. (Taylor & Francis), New York (1990).
4. Amir Faghri, Yuwen Zhang, Transport phenomena in Multiphase system, Elsevier (2006).

عنوان درس به فارسی : آیرودینامیک پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Aerodynamics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز : مکانیک سیالات پیشرفته

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

فراگیری اصول محاسبات تئوری و عددی جریانهای ایرودینامیکی، زیر صوت، گذر صوتی و مافوق صوت در سطح تحصیلات تکمیلی. آشنایی با طراحی سطوح ایرودینامیکی برآ زا شامل ایرفویل و بال متناسب با محدوده سرعتی.

سرفصل‌های درس :

۱. معادلات حاکم به جریان و طبقه بندی جریانهای ایرودینامیکی بر مبنای سرعت جریان
۲. جریان پتانسیل تراکم ناپذیر
۳. تئوری ایرفویل نازک
۴. تئوری برآزای خطی (مدل سازی جریان حول بال)
۵. اصول جریان ایرودینامیک تراکم پذیر
۶. تئوری جریان پتانسیل خطی تراکم پذیر
۷. تئوری شوک و امواج انبساطی
۸. آیرودینامیک کاربردی گذر صوتی
۹. آیرودینامیک کاربردی مافوق صوت

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
تمرین های کلاسی	۲۵٪	۴۵٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Fundamentals of Aerodynamics, J.D. Anderson, 5th Ed. 2005.
2. Modern Compressible Flows, J.D. Anderson, 3rd Ed. 2003.
3. Aerodynamics for Engineers, J.J Bertin, 4th Ed. 2001.

فهرست مطالعات:

1. Aerodynamics for Engineering Students, E.L. Houghton, P.W. Carpenter, Steven Collicott and Dan Valentine, 6th Ed. 2013.
۲. کلیه کتابهای مرتبط با آیرودینامیک و مقالات آیرودینامیک کاربردی و شبیه سازی جریانهای آیرودینامیکی به روش دینامیک سیالات محاسباتی

عنوان درس به فارسی : آیرودینامیک توربین‌های بادی

عنوان درس به انگلیسی : Wind Turbine Aerodynamics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : روشهای محاسبات عددی پیشرفته ، مکانیک سیالات پیشرفته

همنیاز : دینامیک سیالات محاسباتی ۱

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☐ سفرعلمی ☑ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با ایرودینامیک توربین های بادی، اصول طراحی ایرودینامیکی توربین بادی، آشنایی با روشهای تئوری و عددی محاسبات ایرودینامیکی توربین های بادی، آشنایی با اثرات ایروالاستیک در پره های توربین های بادی

سرفصل‌های درس :

۱. آشنایی با انرژی باد و کاربرد توربین های بادی
۲. ایرودینامیک ۲ بعدی و ۳ بعدی
۳. تئوری اندازه حرکت یک بعدی برای توربین های بادی
۴. روش Blade Element Theory
۵. اصول طراحی پره توربین بادی
۶. روش Blade Element Theory ناپایا
۷. استال دینامیکی
۸. نویز و ملاحظات زیست محیطی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۱۵٪	۳۵٪	۳۵٪

فهرست منابع:

1. Aerodynamics of Wind Turbines, M. L. Hansen, 2nd Edition, Earthscan, 2008.
2. Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, 7th Edition, S. L. Dixon and C. A. Hall, Elsevier, 2014.
3. Wind Turbine Technology, Fundamental Concepts Of Wind Turbine Engineering, 2nd Edition, David A. Spera (Editor), ASME Press, 2009.

فهرست مطالعات:

1. Wind Turbines_ Fundamentals, Technologies, Application, Economics, Erich Hau, Springer 2013.

۲. کتب و مقالات مرتبط با آیرودینامیک توربین های بادی

عنوان درس به فارسی : بیورئولوژی وهمورئولوژی

عنوان درس به انگلیسی : Biorheology and Hemorheology

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با مکانیک سیالات سیستمهای گردش خون و معادلات ساختاری حاکم

سرفصل درس :

۱. تعریف رئولوژی
۲. تعریف غیرنیوتنی و نیوتنی (شبه پلاستیک – دیلاتت)
۳. مدلهای سیالات بیولوژیکی غیر نیوتنی (مدل Osrwald – de Waale – مدل Bicgham
۴. اندازه گیری خون
۵. بررسی اثر پروتئینهای مختلف در رفتار هیدرودینامیکی خون
۶. تنش در خون
۷. معادله Casson
۸. اثر Thomas بر جریان خون
۹. اثر بر جریان خون
۱۰. اثرFahraeus-lindqus بر جریان خون
۱۱. اثر Muddleman-Whuremore بر جریان خون
۱۲. هیدرودینامیک شلولهای طبیعی و غیرطبیعی خون
۱۳. پروفین سرعت برای سیالات بیولوژیکی همگن و غیرهمگن

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. A. Maikin and A. I. Isayev, Rheology: Concepts, Methods, and Applications, Chem Tec Publishing, 2012.
2. L. Waite, Biofluid Mechanics in Cardiovascular Systems, MCgrawHill, 2006.

فهرست مطالعات:

1. R. Kita and T. Dobashi (eds.), Nano/Micro Science and Technology in Biorheology: Principles, methods, and Applications, Springer, 2015.
2. J. De Vicente (ed.), Rheology, Intech, 2012.

عنوان درس به فارسی : پمپ و پمپاژ

عنوان درس به انگلیسی : Pump and Pumping

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی برای ماشینهای آبی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☑ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

آشنایی با مبانی طراحی و نحوه‌ی بهره‌برداری از این ماشینها در صنعت.

پمپ‌ها یکی از انواع بسیار پر استفاده ماشینهای مکانیکی بوده که مقدار قابل توجّهی از انرژی مصرفی الکتریکی دنیا را نیز به خود اختصاص می‌دهند. با این توصیف، اهمیّت شناخت مناسب و بکارگیری دقیق این دستگاه بمنظور افزایش کارائی آنها و همچنین سیستمهای درگیر با انواع پمپ‌ها، همواره مورد توجّه بوده است.

در این درس، پس از بیان تعاریف و مفاهیم اولیّه در خصوص انواع پمپ‌ها و اصول کارکرد آنها، بیشترین توجّه به توربوپمپ‌ها که در صنعت استفاده‌ی بیشتری نسبت به سایر انواع آن دارند، خواهد شد. از اینرو مباحث تئوریک و طراحی توربوپمپ‌ها و مطالب مرتبط با سیستمهای پمپاژ که شامل انتخاب مناسب پمپ، کنترل عملکرد و البتّه ملاحظات طراحی خطوط انتقال می‌باشد، تدریس خواهد شد.

با توجه به توسعه فناوریهای جدید در این حوزه، علاوه بر بهره‌مندی از مراجع اصلی در ارائه این درس، استفاده از مقالات و مکتوبات فنی اجتناب ناپذیر بوده که حسب مورد در اختیار دانشجویان قرار خواهد گرفت.

انتظار می‌رود در پایان، دانشجویان ضمن کسب توانمندی مناسب برای شناخت تحلیلی از توبور پمپ و نحوه عملکرد آن در یک سیستم، قابلیت بهره‌مندی از منابع مختلف و بروز را برای طراحی سیستمهای پمپاژ، انتخاب و یا حتّی طراحی اولیه یک پمپ را بدست آوردند.

سرفصل‌های درس :

۱. تعاریف اولیه، تقسیم‌بندی انواع پمپ‌ها و کاربرد آنها
۲. مزیّتهای توربوپمپ‌ها نسبت به انواع دیگر
۳. اجزا و ساختمان توربوپمپ‌ها
۴. مطالعه حرکت سیال در توربوپمپ‌ها
۵. تلفات در توربوپمپ‌ها
۶. منحنی‌های مشخصه توربوپمپ‌ها
۷. روش آزمایش توربوپمپ‌ها
۸. طراحی اولیه توربوپمپ‌ها
۹. روش طراحی پره‌ها
۱۰. نیروهای شعاعی و محوری
۱۱. کاویتاسیون
۱۲. پمپ و پمپاژ (طراحی سیستم پمپاژ و ملاحظات آن).

روش ارزیابی :

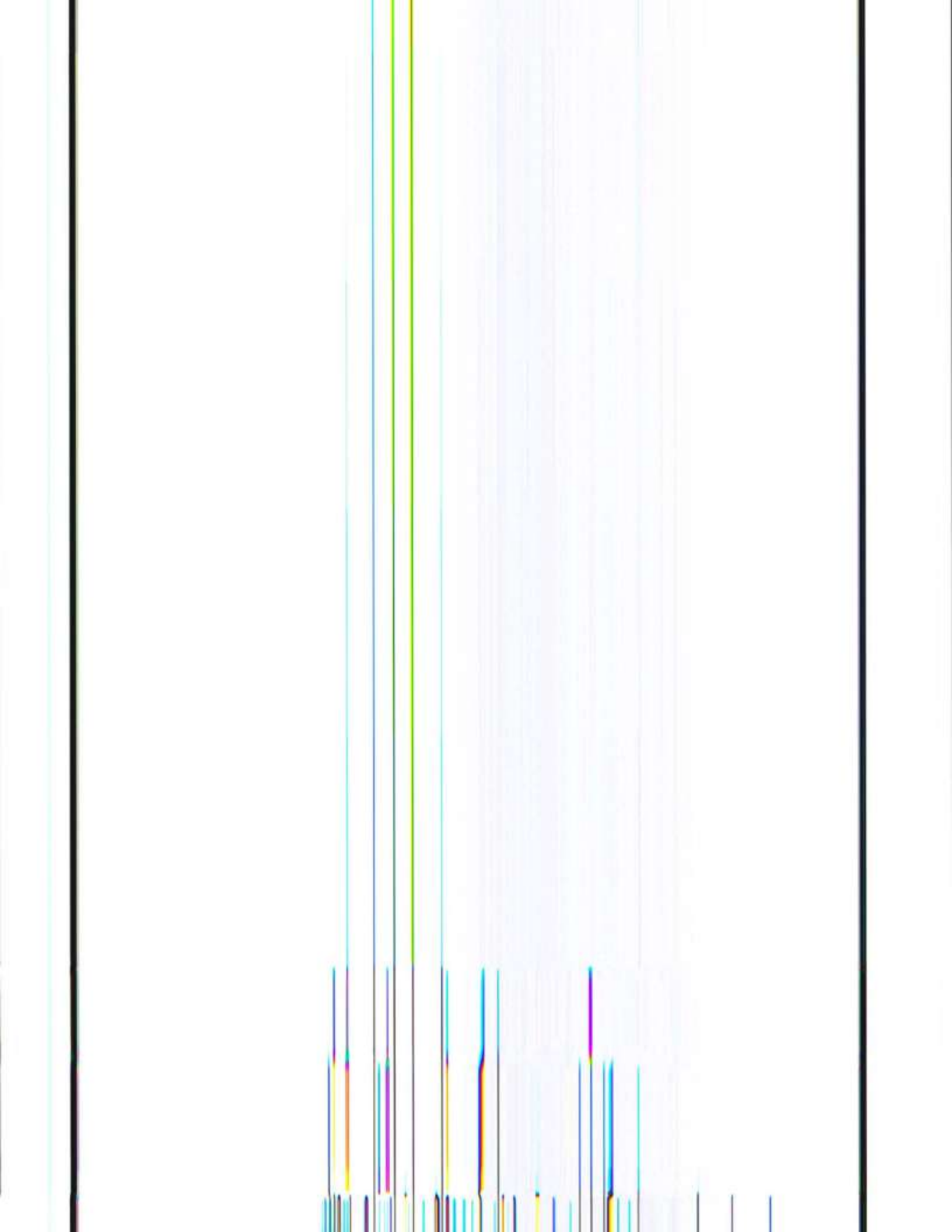
ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۲۵٪	۳۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Flow Pumps, Design and Application; A. J. Stepanoff, John Wiley & Sons.
2. Centrifugal Pumps; J. F. Gulich, 2ed Edition, Springer.
3. Impeller Pumps; Stephen Lazarkiewicz, Adam T. Troskolanski, Pergamon Press.
۴. پمپ و پمپاژ؛ دکتر سید احمد نوربخش، انتشارات دانشگاه تهران.
۵. توربو ماشینها؛ دکتر سید احمد نوربخش، انتشارات دانشگاه تهران.

فهرست مطالعات:

1. Pump Users' Handbook; F. Pollak, Gulf Publishing Company, 1980.
2. Measurement of the Characteristics of a Centrifugal Pump, Practical Course Note, University Duisburg-Essen; Prof. Dr. F. K. Benra.
3. Pump Handbook; Karassik et. al, 3rd Edition, Mc GrawHill.
4. GRUNDFOS Research and Technology, Centrifugal Pumps; Technical Document.
5. Improving Pumping System Performance; A source book for Industry, US Department of Energy, second edition 2006.



فهرست مطالعات:

1. An Introduction to Statistical Thermodynamics, T. L. Hill
2. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, M. J. Moran and H. N. Shapiro

عنوان درس به فارسی : ترمودینامیک پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Thermodynamics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی برای علوم حرارتی و انرژی - مکانیک سیالات (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

دانشجویان در این درس به درک عمیقتر فیزیکی و ریاضی از مفاهیم اساسی و اصول ترمودینامیک مهندسی می‌رسند. علاوه بر این، در این درس دیدگاه میکروسکوپیکی و آماری و مکانیک کوانتوم مورد توجه قرار می‌گیرد.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه و یادآوری اصول ترمودینامیک
۲. آمار، احتمالات و ترمودینامیک آماری
۳. ذرات مستقل، سینتیک و خواص ترمودینامیکی گازها
۴. مقدمه‌ای بر مکانیک کوانتومی
۵. قوانین ترمودینامیک و شرایط تعادل
۶. روابط و توابع ترمودینامیکی و معادلات حالت
۷. فرآیندهای برگشت‌پذیر و کار ماکسیمم
۸. تبدیل لژاندر و روابط ماکسول
۹. اگزرژی و کاربرد آن
۱۰. گازها، مخلوطها و سیستمهای چند فازی
۱۱. تعادل فازی و تعادل شیمیایی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۳۵٪	۵۰٪	-

فهرست منابع:

1. Statistical Thermodynamics, N. M. Laurendeau
2. Fundamentals of Statistical Thermodynamics, R.E. Sonntag, G.J. Van Wylen
3. Thermodynamics, H. B. Callen
4. Advanced Engineering Thermodynamics, A. Bejan

فهرست مطالعات:

1. An Introduction to Statistical Thermodynamics, T. L. Hill
2. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, M. J. Moran and H. N. Shapiro

عنوان درس به فارسی : ترمودینامیک سطح

عنوان درس به لاتین : Surface Thermodynamics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

هدف این درس آشنایی دانشجویان با علم نوین مهندسی سطح می باشد. مفاهیم زاویه تماس، زاویه تماس پسماند، انرژی گیبس سطح، معادله یانگ، قانون لاپلاس، تعادل های چند جزیی و چند فازی، تعادل حباب و قطره، زاویه تماس روی سطح زبر (حالت کسی بکستر و حالت ونزل) در این درس توضیح داده می شوند. در نهایت مفاهیم سطوح فوق آب گریز، و فوق آب دوست توضیح داده شده و روش ساخت آنها بیان می شود.

سرفصل‌های درس :

۱. مفاهیم اولیه ترمودینامیک سطح و انرژی گیبس
۲. تعادل فازی در یک سیستم یک جزیی تک فاز
۳. تعادل فازی در یک سیستم یک جزیی دو فاز
۴. تعادل فازی در یک سیستم یک جزیی سه فاز
۵. تعادل فازی در یک سیستم چند جزیی مخلوط و محلول
۶. کاربرد پتانسیل گیبس
۷. کشش سطح و فشار لاپلاس
۸. معادله یانگ و زاویه تماس یانگ
۹. ترمودینامیک مایع-جامد-گاز
۱۰. تاثیر زبری بر زاویه تماس و حالت های کسی-بکستر و ونزل
۱۱. زاویه تماس پسروی و پیشروی به روشهای مختلف (صفحه عمودی)
۱۲. زاویه تماس پسروی و پیشروی به روشهای مختلف (صفحه عمودی شیار دار)
۱۳. زاویه تماس پسروی و پیشروی به روشهای مختلف (صفحه زبر)
۱۴. سطوح فوق آب دوست و فوق آب گریز
۱۵. روشهای اندازه گیری زاویه تماس
۱۶. مفاهیم نوین و روشهای ساخت سطوح فوق آب گریز

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۳۵٪	-	۴۰٪	۲۵٪

فهرست منابع:

1. Neumann, A. W, Robert David, and Yi Zuo. "Applied Surface Thermodynamics". 2nd ed. / Boca Raton: Taylor & Francis, 2011.
2. Crawford, Russell J., and Elena P Ivanova. "Superhydrophobic Surfaces". Elsevier, 2015.

فهرست مطالعات:

1. Meier, Gerald H. "Thermodynamics of Surfaces and Interfaces: Concepts in Inorganic Materials". Cambridge : Cambridge University Press, 2014.

۲. جزوه و فایل ارایه در کلاس

عنوان درس به فارسی : تعامل سیال و جامد (FSI) در سیستم های حیاتی

عنوان درس به انگلیسی : Fluid-Solid Interaction in Physiological Systems

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با مدلسازی برهم کنش سیال و جامد و کاربرد آن در سیستمهای فیزیولوژیکی

سرفصل درس :

۱. تعریف سیستم، تجزیه سیستم و مفاهیم سیستمهای جفت شده
۲. میدان ها، مثال مسائل داخلی و خارجی و روش مرحله ای تجزیه و تقسیم
۳. مقدمه ای بر تحلیل سیستم های تقسیم شده، روش بررسی سیستم کل در مقابل تقسیم شده و پایداری
۴. دیدگاه های لاگرانژی و اولری، معادلات دیفرانسیل مراتب اول و دوم (و بالاتر)، تمهیدات مدلسازی در مسائل تعامل سیال و جامد و ابزار تحلیل پایداری
۵. تحلیل دقت پیش بینی، معرفی روش های میانیابی و برازش
۶. انواع روش های تولید شبکه های محاسباتی، شبکه های محاسباتی جابجا شده و شبکه های وفقی
۷. تقسیم بندی مسائل از دیدگاه کوچکی و بزرگی بردارهای جابجایی جدار جامد در مسائل تعامل سیال و جامد
۸. بررسی موردی پدیده های مرتبط با تعامل سیال و جامد (FSI) در بیومکانیک (جریان ناپایا در لوله های جمع شونده، تعامل نیروی سیال و دیواره شریان، جریان پرستالتیک، جریان خون در رگ مصنوعی، تأثیر استنت گذاری در جریان، انواع قلب های مصنوعی و دستگاه های کمکی قلب، جریان درون بطن و دهلیزها، تأثیر حرکت جدار قلب (عظله) در جریان شریان های کرونری، جریان خون از دریچه های قلب، جریان هوا در گذرگاه ها و شش ها، شنای شناگر در آب، جریال سیال مثانه، و تأثیر متقابل آن بر گذرگاه ها و مثانه، تعامل سیال و جامد در گوش داخلی و تأثیر حرکت جداره ها بر روی پدیده های انتقال، جذب و واکنش (اکسیژن، ماکرومولکول ها و ...))

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۰٪	۳۵٪	۲۵٪

فهرست منابع:

1. Y. Bazilevs, K. Takizawa and T. E. Tezduyar, Computational Fluid-Structure Interaction,: Methods and Applications, Wilery and Sons, 2013.
G. Wall-Fluid interactions in Physiological Flows, WIT Press, 2004.

فهرست مطالعات:

1. Y.C. Fung: "Biomechanics: Circulation", 2nd or later Edition, Springer-Verlag New York, LLC, ISBN: 03879,846, 1996.
2. P. Verdonk, and K. Perktold, "Intra and Extracorporeal Cardiovascular Fluid Dynamics, Volume 2, Fluid-Structure Interaction", Series: Advances in Fluid Mechanics, WIT Press, Vol 23, ISBN: 1-85312-655-1, 2003.

عنوان درس به فارسی : توربولانس

عنوان درس به انگلیسی : Turbulence

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی برای مکانیک سیالات (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : مکانیک سیالات پیشرفته

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با اصول فیزیکی و مبانی جریان های مغشوش

کسب توانایی برای پیش بینی و تحلیل جریان های مغشوش به کمک مدل های توربولانس

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه: جریان های مغشوش در طبیعت و صنعت، ویژگی های جریان های مغشوش، تعریف خواص سیال به عنوان محیط پیوسته، تشریح میدان های لاگرانژی و اویلری، معادلات حاکم بر جریان (شامل معادلات پیوستگی، مومنتوم، اسکالر و ورتیستی)، تانسور های نرخ دوران و کرنش، خواص معادلات نویراستوکس تحت تبدیل های مختلف (شامل انتقال در مکان و زمان،انعکاس و دوران سیستم مختصات)، ثابت گالیله ای.

۲. توصیف آماری جریان های مغشوش: طبیعت اتفاقی و آشوبناک جریان های مغشوش، متغیر های تصادفی و استاندارد سازی آنها، تابع توزیع احتمال، متوسط و ممان های مرتبه بالا، متغیر های تصادفی مشترک، پروسه و میدان تصادفی، میدان اغتشاش ساکن و همگن، همبستگی دو نقطه ای، میدان اغتشاش ایزوتروپیک، طیف انرژی اغتشاش.

۳. معادلات حاکم بر جریان های مغشوش: معادلات جریان متوسط و میدان اسکالر (معادلات رینولدز)، تنش های رینولدز و خواص تانسوری (انرژی جنبشی اغتشاش، ایزوتروپی و تقارن ها)، مسئله Closure در معادلات رینولدز، فرضیه بوزینسک و گرادیان پخش، لزجت و پخش گردابه ای

۴. تحلیل جریان های مغشوش برشی آزاد و مجاور دیوار: حل های تشابهی و نتایج تجربی برای جریان های مغشوش برشی آزاد (جریان جت آزاد، mixing layer و ویک)، جریان برشی مغشوش همگن، جریان مغشوش داخل لوله و کانال، لایه مرزی مغشوش، قوانین دیواره برای پروفیل سرعت (laws of the wall)، زبری سطح.

۵. مدل‌سازی جریان های مغشوش براساس معادلات رینولدز: تشریح روش های مختلف حل جریان های مغشوش شامل روش انتگرالی، مدل های RANS، LES و DNS، مکانیزم های تولید و استهلاک انرژی جنبشی اغتشاش، مقیاس های طول، زمان و سرعت، فرضیه تعادل موضعی، مدل های اغتشاش عدد رینولدز بالا و پایین، مدل های اغتشاش جبری(نظیر مدل ون دریست)، مدل های اغتشاش یک معادله ای (نظیر مدل Spallart-Allmaras)، مدل های اغتشاش دو معادله ای (نظیر مدل های k-ε و k-ω)، اقتصادی کردن محاسبات با استفاده از تکنیک wall-functions، مدل های اغتشاش عدد رینولدز پایین (نظیر مدل k-ε لاندر و شارما)، مدل های اغتشاش غیر خطی، مدل های اغتشاش رینولدز جبری و دیفرانسیلی (ASM,DSM) ، مدل سازی جریان های مغشوش تراکم پذیر، مدل های اغتشاش ناحیه ای

۶. شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ (LES): جایگاه روش گردابه‌های بزرگ و مقایسه آن با مدل های RANS، فیلترینگ و مقایسه آن با متوسط گیری زمانی، معادلات حاکم در LES، تنش های زیر شبکه، مدل Smagorinsky و مقایسه آن با مدل جبری طول اختلاط، مدل LES زیر شبکه دینامیکی، تنش های Leonard، مدل LES یک معادله ای (ksg)، مدل های Scale-similarity LES، روشDES.

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
-	۴۰٪	۴۰٪	۲۰٪

فهرست منابع:

1. Pope, S.B., Turbulent Flows, Cambridge University Press, 2000.
2. Tennekes, H., Lumley, J.L., A first course in turbulence, 6th edition, MIT Press, 1972.
3. Turbulence modeling lecture notes by M. Raisee

فهرست مطالعات:

1. Wilcox, D.C., Turbulence Modelling for CFD, DCW Industries, 1998.

عنوان درس به فارسی : توربوماشین پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Turbomachinery

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای ماشینهای آبی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : مکانیک سیالات پیشرفته

همنیاز : دینامیک سیالات محاسباتی ۱

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☑ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☑ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

- آشنایی با استخراج معادلات حاکم در دستگاه مختصات چرخان
- آشنایی با طراحی توربوماشین‌های شعاعی و محوری- روش های یک بعدی و شبه سه بعدی
- آشنهایی با طراحی توربوماشین های با استفاده از نرم افزار Numeca و CFX

سرفصل‌های درس :

۱. آشنایی با استخراج معادلات حاکم در دستگاه مختصات چرخان
۲. تشابه، مثلث سرعت و معادله اویلر در توربوماشین ها
۳. بیلان انرژی در توربوماشین ها
۴. توربوماشین در انرژی های تجدید پذیر- توربین باد، جریان اقیانوسی
۵. آشنایی با مفهوم نگاشت همدیس در طراحی توربوماشین‌های شعاعی
۶. آشنایی با مفهوم روش تئوری المان پره در طراحی توربوماشین‌های محوری
۷. طراحی توربوماشین های با استفاده از نرم افزار Numeca و CFX
۸. تحلیل CFD توربوماشین ها
۹. آزمایشگاه

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۲۵٪	۳۵٪	۲۵٪

فهرست منابع:

۱. نوربخش، سید احمد، ۱۳۸۴، توربوماشین ها، انتشارات دانشگاه تهران
۲. ریاسی، علیرضا و درخشان، شهرام،۱۳۹۳، توربین های آبی- انتشارات جهاد دانشگاهی
3. George F. Round, 2004, Incompressible Flow Turbomachines: Design, Selection, Applications, and Theory, Elsevier Inc.
4. Dixon S. L., 2005, Fluid Mechanics & Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier, 7th Edition.
5. Turton R. K., 1995, Principles of Turbomachinery, Second Edition.

6. Sayers, A. T., 1990, Hydraulic and Compressible Flow Turbomachines

فهرست مطالعات:

1. Ghosh T.K. and Prelas M.A., 2011, Energy Resources and Systems, Springer.
2. Wind Turbine Technology, Fundamental Concepts Of Wind Turbine Engineering, 2nd Edition, David A. Spera (Editor), ASME Press, 2009.
3. Hothersall, R., Hydrodynamic Design Guide for Small Francis and Propeller Turbines, 2004, Austria

عنوان درس به فارسی : توربوماشین های آبی

عنوان درس به انگلیسی : Hydraulic Turbomachinery

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی برای ماشینهای آبی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☑ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☑ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

آشنایی با انواع توربین‌های آبی در سدها، رودخانه ها و اقیانوس ها

مکانیزم تبادل انرژی بین پره و سیال و معادلات اویلر و مثلث سرعت ها

آنالیز ابعادی توربین ها

طراحی سه بعدی پره توربین هابی آبی و جریان اقیانوسی

تحلیل کاویتاسیون و جریان های گذرا

تحلیل CFD

مدل و سایت تست توربین برا ساس استاندارد IEC

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه

۱-۱. مروری بر نیروگاه‌های آبی و توربین‌های آبی

۱-۲. کاربرد توربین‌های آبی در انرژی تجدیدپذیر

۲. تبدیل انرژی

۲-۱. اصول و تعاریف

۲-۲. تبدیل انرژی آب به انرژی مکانیکی

۳. طبقه‌بندی توربین‌ها- مشخصات اصلی

۳-۱. اصول و تعاریف

۳-۲. انتخاب توربین

۴. مقدمه‌ای بر طراحی توربین آبی

۵. تست سایت و مدل

۶. جریان گذرا

۴-۱. چکش آبی

۴-۲. کاویتاسیون

۴-۳. نوسان فشار

۷. مدلسازی جریان در توربین‌های آبی (تحلیل دینامیک سیالات محاسباتی)

۸. آزمایشگاه توربین آبی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۲۵٪	۳۰٪

فهرست منابع :

1. Hothersall, R., Hydrodynamic Design Guide for Small Francis and Propeller Turbines, United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria, 2004.
2. Kjolle, A., Hydropower in Norway- Mechanical Equipment, Norway, 2001.
3. Warnick, C., Hydropower Engineering, Prentice Hall,USA, 1984,
4. Ghosh, K., Prelas, A., Energy Resources and Systems: Renewable Resources, Springer, New York, 2011.

فهرست مطالعات :

1. Wylie, E. B., Streeter, V. L., Fluid Transient in Systems, Prentice-Hall, 1993.
2. Chaudhry, M.H., Applied Hydraulic transients, Van Nostrand Co., 1979.

عنوان درس به فارسی : تولید شبکه عددی

عنوان درس به انگلیسی : Numerical Grid Generation

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با پیش‌زمینه‌های لازم برای درک مفاهیم مربوط به تولید شبکه عددی آشنا می‌شوند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه
   ۱-۱. لزوم شبکه عددی
   ۱-۲. انواع المان
   ۱-۳. انواع شبکه
   ۱-۴. پیکربندی‌های نواحی تبدیل‌یافته
۲. تبدیل مختصات
   ۲-۱. هندسه و مختصات
   ۲-۲. مختصات متعامد
   ۲-۳. مختصات خمیده عمومی
   ۲-۴. مختصات اویلری لاپلاس
   ۲-۵. خطای قطع
۳. تولید شبکه سازمان یافته
   ۳-۱. تولید شبکه جبری
   ۳-۲. نگاشت
   ۳-۳. معادلات دیفرانسیل جزئی
   ۳-۴. تولید شبکه سهموی و هذلولوی
۴. تولید شبکه بی‌سازمان
   ۴-۱. اتصال (Connectivity)
   ۴-۲. ساختارهای داده
   ۴-۳. الگوریتم‌های جستجو
   ۴-۴. الگوریتم‌های ساخت شبکه
   ۴-۵. هموارسازی شبکه (Grid Smoothing)
۵. مباحث منتخب در تولید شبکه
   ۵-۱. شبکه‌های Adaptive

۵-۲. شبکه‌های چندبلوکی

۵-۳. شبکه‌های متحرک

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۲۰٪	۳۰٪	۳۵٪

فهرست منابع:

1. Handbook of Grid Generation" by J. F. Thompson, B. K. Soni and N. P. Weatherill, Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1999.
2. Numerical Grid Generation: Foundations and Applications by J. F. Thompson, Z.U.A., Warsi, and C.W. Mastin, North-Holland, Elsevier, 1985.
3. Fluid Dynamics, Theoretical and Computational Approaches by Z. U. A. Warsi, Boca, Raton, Fla.: CRC Press, 1999.

فهرست مطالعات:

۱. کلیه کتابهای مرتبط با تولید شبکه عددی و شبیه‌سازی جریان به روش دینامیک سیالات محاسباتی

عنوان درس به فارسی : تئوری لایه‌های مرزی

عنوان درس به انگلیسی : Boundary Layer Theory

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای مکانیک سیالات (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته ۱، مکانیک محیط‌های پیوسته، مکانیک سیالات پیشرفته

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی دانشجویان با کاربرد تقریب لایه های مرزی در جریانهایی با عدد رینولدز بالا هدف اصلی این درس محسوب می‌شود.

سرفصل‌های درس :

۱. مفاهیم اولیه و معادلات دیفرانسیل حاکم
۲. حلهای دقیق معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان
۳. تقریب پرانتل (تقریب در رینولدزهای بالا) و محدودیتهای آن
۴. کاربرد روش اغتشاشات جزیی در مسائل لایه مرزی
۵. ناپایداری لایه های مرزی (معادله اور - سامرفلد)
۶. لایه مرزی جریان درهم
۷. لایه مرزی جریان قابل تراکم

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	-	۵۰٪	۴۰٪

فهرست منابع:

1. Schlichting, H et al., *Boundary Layer Theory,* 8th Ed. Springer Verlag, 1999.
2. Schetz, J. A., Boundary Layer Analysis, Prentice Hall Inc., 1993.

فهرست مطالعات:

1. White, F. M., Viscous Fluid Flow, 3rd Edition, McGraw Hill, 2006.
2. Kundu, P. K., and Ira M. Cohen, *Fluid Mechanics*, 4th ed., Elsevier, 2008.

عنوان درس به فارسی : جریان‌های دو فاز

عنوان درس به انگلیسی : Two-phase Flows

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای علوم حرارتی و انرژی - ماشینهای آبی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

هدف از ارائه این درس آشنایی با مبانی جریانهای دو فاز از جنبه های سیالاتی و انتقال حرارتی می باشد. در این درس انواع الگوهای جریانهای دو فاز، رژیمهای جریان و روشهای مدلسازی پایه‌ای این جریانها در بخش سیالات مورد بحث قرار خواهد گرفت. همچنین در این درس مقدمه ای بر جریان دو فاز گاز- مایع و یا بخار- مایع با تاکید بر انتقال حرارت همراه با تغییر فاز (تبخیر و میعان، چگالش و جوشش) در این جریانها، مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمات، تعاریف و مفاهیم
۲. جریانهای همگن
۳. جریانهای مجزا
۴. مدل فلاکس توده ای
۵. نقشه های جریان دو فاز و تئوری گذار
۶. میعان لایه ای
۷. میعان جابجایی
۸. اصول جوشش استخری
۹. جوشش جابجایی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	-	۶۰٪	۲۰٪

فهرست منابع:

1. J.G. Collier, J, R. Thome, Convective Boiling and Condensation, 3rd edition, Oxford University Press, Oxford, 1996.
2. G. B. Wallis, One-Dimensional Two-Phase Flow, Mc Graw Hill, 1969.

فهرست مطالعات:

1. J. R. Thome, Heat Transfer Engineering Data Book III, 2007, Wolverine
2. M.E. Poniewski, J, R. Thome, Nucleate Boiling on Micro structured Surfaces, Heat Transfer Research, Inc. (HTRI) USA (2008).
3. J.R. Thome, Enhanced Boiling Heat Transfer, Hemisphere Pub. Corp. (Taylor & Francis), New York (1990).
4. Amir Faghri, Yuwen Zhang, Transport phenomena in Multiphase system, Elsevier (2006).

عنوان درس به فارسی : دینامیک سیالات محاسباتی ۱

عنوان درس به انگلیسی : Computational Fluid Dynamics I

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی گرایش تبدیل انرژی

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز : مکانیک سیالات پیشرفته

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با روشهای عددی محاسبات جریانهای تراکم ناپذیر و انتقال حرارت. توسعه الگوریتم های ضمنی جهت حل معادلات نویر استوکز. آشنایی با روشهای تسریع همگرایی چند شبکه ای

سرفصل‌های درس :

۱. معادلات جریان، بی بعد سازی معادلات، طبقه بندی معادلات، اصول حل عددی
۲. مفهوم و کاربرد سری تیلور، دقت گسسته سازی مکانی معادلات، مفهوم همگرایی
۳. حل صریح و ضمنی معادله پواسن (روشهای حل تکراری ماتریس)
۴. گسسته سازی زمانی، دقت زمانی و مفهوم پایدای زمانی، ترکیب پایداری زمانی و مکانی
۵. حل صریح معادله موج
۶. حل ضمنی معادله انرژی
۷. حل ضمنی معادله نویر استوکز تراکم ناپذیر
۸. روشهای تسریع همگرایی چند شبکه ای

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	-	۲۰٪	۷۰٪

فهرست منابع:

۱. جزوه درسی کلاس
2. Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Tannehill, J. C., Anderson, D. A., and Pletcher, R. H., Taylor & Francis, 2011.
3. An Introduction to Computational Fluid Dynamics, H. Versteeg, W. Malalasekera, 2nd Ed., 2007.

فهرست مطالعات:

1. Numerical Computation of Internal and External Flows, C. Hirsch, Vol. 1, Elsevier, 2007.

۲. کتب و مقالات مرتبط با آشنایی با روشهای دینامیک سیالات محاسباتی

عنوان درس به فارسی : دینامیک سیالات محاسباتی ۲

عنوان درس به انگلیسی : Computational Fluid Dynamics II

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : دینامیک سیالات محاسباتی ۱

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با روشهای عددی تفاضل محدود و حجم محدود در حل انواع معادلات دیفرانسیل جزئی در مکانیک سیالات و انتقال حرارت

سرفصل‌های درس :

۱. مفاهیم پایه
۲. معادلات هذلولوی (تئوری)
۳. حل عددی معادلات هذلولوی
۴. روش‌های حجم محدود برای معادلات هذلولی
۵. طبقه‌بندی دسته معادلات مرتبه اول
۶. معادلات حاکم مکانیک سیالات و انتقال حرارت
۷. تولید شبکه
۸. فرمولاسیون ریاضی معادلات اویلر
۹. فرمولاسیون عددی معادلات اویلر
۱۰. رفتار مرز
۱۱. حل عددی معادله ناویر-استوکس تراکم‌ناپذیر

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	۳۰٪	۲۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

۱. جزوه درسی کلاس
2. Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Tannehill, J. C., Anderson, D. A., and Pletcher, R. H., Taylor & Francis, 2011.
3. Numerical Computation of Internal and External Flows, C. Hirsch, Vol. 1, Elsevier, 2007.

فهرست مطالعات:

1. An Introduction to Multigrid Methods, P. Wesseling, Wiley, 1991.
۲. کتب و مقالات مرتبط با آشنایی با روشهای دینامیک سیالات محاسباتی

عنوان درس به فارسی : دینامیک گازها

عنوان درس به انگلیسی : Gas Dynamics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای مکانیک سیالات (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان به درک عمیق‌تری از دینامیک گازها و جریان‌های تراکم‌پذیری می‌رسند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه
   ۱-۵. تعریف جریان تراکم‌پذیر
   ۱-۶. تراکم‌پذیری هم‌دما
   ۱-۷. تراکم‌پذیری آیزنتروپیک
   ۱-۸. رژیم‌های جریان
   ۱-۹. مروری بر ترمودینامیک
   ۱-۱۰. گاز کامل
   ۱-۱۱. گاز واقعی
   ۱-۱۲. مخلوط واکنشی گاز کامل
   ۱-۱۳. روابط آیزنتروپیک
۲. معادلات حاکم
   ۲-۱. شکل انتگرالی معادله پیوستگی
   ۲-۲. شکل انتگرالی معادله مومنتوم
   ۲-۳. شکل انتگرالی معادله انرژی
   ۲-۴. شکل دیفرانسیلی معادله پیوستگی
   ۲-۵. شکل دیفرانسیلی معادله مومنتوم
   ۲-۶. شکل دیفرانسیلی معادله انرژی
   ۲-۷. تئوری Crocco
   ۲-۸. تئوری آکوستیک
۳. جریان یک‌بعدی پایا
   ۳-۱. روابط شوک عمودی
   ۳-۲. روابط Hugoniot
۴. شوک مایل و موج انبساطی
   ۴-۱. روابط شوک مایل

۴-۲. Shock polar
۴-۳. نمودار Pressure deflection
۴-۴. موج انبساطی Prandtl-Meyer
۴-۵. تئوری انبساط شوک
۵. جریان نازل
۵-۱. معادلات حاکم
۵-۲. روابط سرعت-سطح مقطع
۵-۳. روابط آیزنتروپیک در نازل
۶. جریان یک بعدی پایا
۶-۱. جریان در کانال با مقطع ثابت با اصطکاک
۶-۲. خط Fanno
۶-۳. جریان بدون اصطکاک در کانال با مقطع ثابت با انتقال حرارت
۶-۴. خط Rayleigh
۶-۵. جریان هم‌دما
۷. حرکت موج ناپایا
۷-۱. حرکت امواج شوک عمودی
۷-۲. انعکاس امواج شوک
۷-۳. امواج غیرخطی
۷-۴. برخورد و انعکاس امواج انبساطی
۷-۵. اوابط لوله شوک
۸. جریان پتانسیل
۸-۱. مقدمه
۸-۲. جریان غیرچرخشی
۸-۳. معادله پتانسیل سرعت
۸-۴. معادله لاپلاس
۹. جریان خطی شده
۹-۱. مقدمه
۹-۲. معادله پتانسیل سرعت خطی شده
۹-۳. ضریب فشار خطی شده
۹-۴. جریان فروصوتی خطی شده
۹-۵. تصحیحات تراکم‌پذیری
۹-۶. عدد ماخ بحرانی
۹-۷. واگرایی درگ
۹-۸. جریان فوق‌صوتی خطی شده
۱۰. جریان مخروطی
۱۰-۱. مقدمه
۱۰-۲. معادلات حاکم در مختصال خمیده عمومی
۱۰-۳. فرمولاسیون Taylor-Maccoll
۱۰-۴. روبی عددی
۱۰-۵. جنبه‌های فیزیکی جریان فوق‌صوتی روی مخروط‌ها

۱۱. روش مشخصه‌ها

۱-۱۱. طبقه‌بندی معادلات مشتق جزئی

۲-۱۱. تئوری مشخصه‌ها

۳-۱۱. خطوط مشخصه جریان غیرچرخشی دو بعدی

۴-۱۱. معادلات تراکم‌پذیری

۵-۱۱. رویه عددی

۶-۱۱. طراحی نازل فوق‌صوتی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۳۰٪	۳۰٪	۳۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

1. Anderson J. D., Modern Compressible Flow, 2nd edition, McGraw-Hill, 1990.
2. Elements of Gas dynamics, Liepmann and Roshko, John Wiley, 1957.
3. The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, A. H. Shapiro, Vol I, John Wiley, 1953.
4. The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, A. H. Shapiro, Vol II, John Wiley, 1954.

فهرست مطالعات:

1. Compressible Fluid Dynamics, P. H. Thompson, Mc GrawHill, 1972.
2. Gas Dynamics, M. J. Zucrow and J. D. Hoffman, Vol I, John Wiley, 1976
3. Gas Dynamics, M. J. Zucrow and J. D. Hoffman, Vol II, John Wiley, 1977
4. Viscous and Compressible Fluid Dynamics, M. E. O'Neill and F. Chorlton, Ellis Horwood, 1989.

عنوان درس به فارسی : دینامیک ماشینهای دوار

عنوان درس به انگلیسی : Dynamics of Rotating Machinery

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : تخصصی برای ماشینهای آبی (برای سایر زمینه های تبدیل انرژی اختیاری)

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : روشهای محاسبات عددی پیشرفته

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

آشنایی با دینامیک ماشینهای دوار از جمله توربوماشینها، توانایی مدلسازی، شبیه سازی و تحلیل دینامیکی و ارتعاشی روتورها، آشنایی با انواع تحریکهای مکانیکی و روشهای پایش وضعیت ارتعاشی در ماشینهای دوار

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه ای بر دینامیک و ارتعاشات روتور
۲. مباحث اولیه در دینامیک روتور: روتور جفکات
۳. مدل روتور با ۴ درجه آزادی با درنظرگرفتن اثر ژیروسکوپی
۴. مدلسازی گسسته چند درجه آزادی روتورها: روشهای ماتریس انتقال و المان محدود، و کاهش درجات آزادی
۵. غیرهمگنی روتورها یا تکیه گاهها، برهمکنش روتور با باتاقانها
۶. دینامیک پیچشی
۷. بالانس و هم محورکردن ماشینهای دوار
۸. پایش وضعیت ماشینهای دوار براساس سیگنالهای ارتعاشی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۵٪	۴۰٪	-	۳۵٪

فهرست منابع:

1. G. Genta, Dynamics of Rotating Systems, Springer, 2005. Chapters 1-4, 6-8
2. Y. Ishida and T. Yamamoto, Linear and Nonlinear Rotordynamics, John Wiley & Sons, Inc., 2012. Selected topics from chapters 1, 2, 4, 5, and 14-16
3. M. Adams, Rotating Machinery Vibration, CRC Press, 2010. Selected topics from chapters 7-10

فهرست مطالعات:

1. Y. Wu, S. Li, S. Liu, H. Dou and Z. Qian, Vibration of Hydraulic Machinery, Springer, 2013.
2. Muszynska, Rotordynamics, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2005.
3. J. Vance, F. Zeidan and B. Murphy, Machinery Vibration and Rotordynamics, John Wiley & Sons, Inc., 2010.
4. M. Lalanne, G. Ferraris, Rotordynamics Prediction in Engineering, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
5. کتب و مقالات مرتبط با دینامیک ماشینهای دوار

عنوان درس به فارسی : روش اجزا محدود ۱

عنوان درس به انگلیسی : Finite elements method I

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

استفاده از روش های عددی امروزه به میزان گسترده ای در میان مهندسین و محققین در زمینه‌های مهندسی مکانیک، عمران، شیمی، برق و ... توسعه پیدا کرده است. یکی از مهم ترین این روش ها، روش های اجزا محدود (finite element method) می باشد که به ویژه در شاخه بررسی رفتار سازه ها در مکانیک، کاربردی هستند. استفاده از این روش، این امکان را فراهم می‌کند که بتوان رفتار استاتیکی و دینامیکی سازه ها را با دقت قابل قبولی پیش بینی نمود. مفاهیم ریاضیاتی مورد نیاز در این روش به همراه تکنیک های عددی مرتبط در این درس ارائه خواهند شد.

سرفصل‌های درس:

- فصل اول: مقدمه ای بر روش های اجزا محدود
- فصل دوم: روش های مستقیم (روش های مهندسی)
- فصل سوم: معرفی فرمولبندی حساب تغییراتی مسائل با مقادیر مرزی
- فصل چهارم: روش های ریاضیاتی در اجزا محدود
- فصل پنجم: انواع المان ها و توابع درونیابی
- فصل ششم: اجزا محدود در مسائل الاستیسیته
- فصل هفتم: اجزا محدود در مسائل میدان های عمومی
- فصل هشتم: آنالیز همگرایی و خطا

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
تمرین درسی ٪۱۲.۵ تمرین برنامه نویسی ٪۲۵	-	۵۰٪	۱۲.۵٪

فهرست منابع:

1. An Introduction to Finite Element Method, J. N. Reddy, McGraw Hill, 2006.
2. A First Course in the Finite Element Method, Logan, L. L., Fourth Edition, Thomson, 2007.
3. The Finite Element Method for Engineers, K. H. Huebner, D. L. Dewhirst, D. E. Smith, T.D. Byrom, John-Wiley & Sons, 4th edition, 2001.

فهرست مطالعات:

1. A First Course in Finite Elements, J. Fish, T. Belytschko, John-Wiley & Sons, 1st edition, 2007.
2. The Finite Element Method, O. C. Zienkiewicz and R. L. Taylor, McGraw Hill, 2004.
3. Finite Elements for Structural Analysis, W. Weaver, P. R. Johnston, Printice-Hall, 1984.

عنوان درس به فارسی : روشهای رسانش حرارتی معکوس

عنوان درس به لاتین : Inverse Heat Conduction Procedures

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☑ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

- آشنایی کامل با روش های معکوس در مهندسی
- آشنایی با روش های پردازش اطلاعات دمایی اندازه گیری شده در یک فرایند حرارتی
- آشنایی با به کارگیری روش های بهینه سازی در طراحی معکوس حرارتی (inverse design) وتشخیص معکوس حرارتی (inverse diagnostics)

سرفصل‌های درس :

۱- خلاصه ای از روشهای مستقیم حل مسایل رسانش حرارتی گذرا: جداسازی متغیرها، تبدیل پلاس و انتگرال دو هامل

۲- مقدمه ای بر روش های معکوس (تشخیص diagnostics و طراحی Design) در مهندسی حرارت

۳- خطاهای اندازه گیری دما (با یاس و نویز) و فرضیات معمول در مورد آنها

۴- اثرات وقفه (lagging) و میرایی(damping) در مسایل معکوس رسانش

۵- ضرایت حساسیت و طبقه بندی انواع مسایل معکوس

۶- حل های دقیق (Exact Solutions) مسایل رسانش معکوس

۷- روش های کانولوشن معکوس(deconvolution)

۸- تخمین همزمان (Real Time) شار حرارتی و روش تخمین متوالی تابع (Beck)

۹- روش فیلتر عددی

۱۰-روش های مرتب سازی تیخو نوف(Tikhonov)

۱۱-روش های مبتنی بر برنامه ریزی غیر خطی (گرادیان های مزدوج)

۱۲-معادله حساست ومعادله Adjoint در مسایل غیر خطی IHCP

۱۳-روشهای قدم برداری در مکان (space marching)

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	-	۵۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Beck, J.V., Blackwell, B. and St. Clair, CR, "Inverse Heat Conduction-Ill posed Problems", Wiley, 1985.
2. Woodbury, KA, "Inverse Engineering Handbook", CRC Pres, 2003.

فهرست مطالعات:

1. Ozicik, NM, Orlande, HRB, "Inverse Heat Transfer", Taylor and Francis, 2000.
2. Rao, SS, Engineering Optimization: Theory and Practice, Third Edition, Wiley, 1996.

عنوان درس به فارسی : روشهای محاسبات عددی پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Numerical Methods

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ ازمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با پیش‌زمینه‌های لازم برای درک مفاهیم روش‌های عددی آشنا می‌شوند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه‌ای بر ریاضیات و تحلیل خطا
۲. روش‌های حل معادلات یک متغیره
۳. میان‌یابی
۴. مشتق‌گیری و انتگرال‌گیری عددی
۵. حل معادلات دیفرانسیل معمولی با مقدار اولیه
۶. روش‌های مستقیم حل دستگاه معادلات خطی
۷. روش‌های تکراری حل دستگاه معادلات خطی
۸. تئوری تقریب
۹. تقریب مقادیر ویژه
۱۰. حل دستگاه معادلات غیرخطی
۱۱. حل معادلات دیفرانسیل معمولی با مقدار مرزی
۱۲. حل معادلات دیفرانسیل جزئی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۰٪	۳۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Burden, R.L., Faires, J.D., Numerical Analysis, 9th ed., Cengage Learning, 2011.
2. Chapra, S.C., Canale, R.P., Numerical Methods for Engineers, 6th ed., McGraw-Hill, 2010.

فهرست مطالعات:

۱. ویلیام اچ پرس، ترجمه منصور نیکخواه بهرامی، دستورالعمل محاسبات عددی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.

۲. اصغر کرایه‌چیان، محاسبات عددی، رواق مهر، ۱۳۸۸.

عنوان درس به فارسی : ریاضیات پیشرفته ۱

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Mathematics 1

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آموزش مباحث جبر خطی یا تابع مختلط کاربردی (بسته به نظر استاد ارائه کننده درس)، حل معادلات مشتق جزئی و حساب تغییرات

سرفصل‌های درس :

- تابع مختلط کاربردی: محاسبه تبدیلات انتگرالی با کمک انتگرال گیری مختلط، نگاشتها ، استفاده از نگاشتها در تئوری پتانسیل ،حل چند مساله کاربردی مکانیک با استفاده تابع مختلط
- جبر خطی شامل: تعریف فضای برداری، زیرفضا، بردارهای وابسته و مستقل، بردارهای متعامد، متعامدسازی بردارهای نامتعامد، زیرفضاهای پایه یک فضای برداری، ماتریسهای مشابه، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، بلوک جوردن و ماتریس جوردن، روشهای معکوس گرفتن ماتریسها، انواع روشهای محاسبه e^{At}، حل معادلات حالت یک سیستم، دستگاه معادلات خطی،
- معادلات مشتق جزئی شامل: تبدیلات انتگرالی،معادلات با مشتقات جزی خطی و همگن روی میدان کراندار، معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی خطی و غیر همگن روی میدان کراندار، معادلات با مشتقات جزیی روی میدان های بی کران
- حساب تغییرات شامل: مقدمه ای بر کاربرد، بدست آوردن معادله اویلر-لاگرانژ، در نظر گرفتن مرزهای ثابت و متحرک، شرایط کافی برای یک اکسترموم، حل چند مساله کاربردی مکانیک با استفاده از حساب تغییرات

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۴۰٪	۴۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

1. G. Strang, "Linear Algebra & its Applications", 2003.
2. R. Haberman, "Elementary Applied Partial Differential Equations", 2005.
3. J.N. Reddy "Energy Principles and Variational Methods in Applied Mechanics", 2002.

فهرست مطالعات:

1. A.D. Snider "Fundamentals of Complex Analysis with Applications",2003.
2. Larry C. Andrews, Bhimsen K. Shivamoggi, "Integral Transforms for Engineers",1988.
3. John Fritz, "Partial differential equations ",1991.

عنوان درس به فارسی: سیستم‌های اندازه‌گیری پیشرفته

عنوان درس به لاتین: Advanced Measurement Systems

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۳ واحد نظری

پیشنیاز:

همنیاز:

آموزش تکمیلی عملی:

دارد ☐ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس:

در این درس دانشجویان با اصول، روش‌ها و حسگرهای اندازه‌گیری کمیتهای الکتریکی، مکانیکی آشنا می‌گردند. همچنین روش‌های بررسی صحت اندازه‌گیری‌ها و داده‌ها و چگونگی انجام شبیه‌سازی سیستم‌های اندازه‌گیری بیان می‌شوند.

سرفصل‌های درس:

۱. یادآوری و مقدمه (۱ جلسه)
   - اهداف، انگیزه و کاربرد سیستم‌های اندازه‌گیری در کنترل و صنعت
۲. اصول و تعاریف سیستم‌های اندازه‌گیری و محدودیتها (۶ جلسه)
   - مشخصات استاتیکی و نحوه انجام آزمایش برای بدست آوردن این مشخصات
   - مشخصات دینامیکی و نحوه انجام آزمایش برای بدست آوردن این مشخصات
   - روش‌های مدلسازی سیستمهای اندازه‌گیری
   - مشخصات آماری و نحوه انجام آزمایش برای بدست آوردن این مشخصات
   - روش‌های آماری ارزیابی میزان دقت اندازه‌گیریها
   - دیاگرام‌های P&ID
   - روش‌های کالیبراسیون
۳. انواع خطا و روشهای جبران خطا (۲ جلسه)
   - روش‌های جبران خطاهای استاتیکی و دینامیکی
   - معرفی، محاسبه و جبران خطای بارگذاری
۴. مدارات آماده‌سازی سیگنال (آنالوگ و دیجیتال) (۹ جلسه)
   - مدارهای جمع کننده، تفریق کننده، بایاس، مقایسه‌کننده، تقویت کننده، انتگرال‌گیر، مشتق‌گیر، تقویت کننده ابزاردقیق، تقویت کننده تفاضلی، ساخت توابع غیرخطی
   - مدارهای مبدل کمیتهای الکتریکی به یکدیگر
   - مدارهای فیلترهای اکتیو و پسیو، مدارها و روش‌های کاهش اثر نویز و شیلد دار کردن
   - مدارهای مبدل آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ و اصول نمونه برداری، نکات مهم در استفاده از ریزپردازنده‌ها و کامپیوترها
۵. یادآوری و تکمیل انواع حسگرها و اندازه‌گیری کیمت‌های الکتریکی و مکانیکی (۸ جلسه)

- روش‌ها و حسگرهای اندازه‌گیری دما (RTD، ترمیستور، ترموکوپل، LM35، LM75 و روشهای نوری و تابشی، لیزری و شیمیایی)
- حسگرهای اندازه‌گیری جابه‌جایی و سرعت (Proximeter، پتانسیومتر، آلتراسونیک، مادون قرمز، MEMS، پیزوالکتریک، الکترو مغناطیسی)
- حسگرهای اندازه‌گیری نیرو (Load Cell ،Strain Gauge، و غیره)
- یادآوری و تکمیل روش‌ها و حسگرهای اندازه‌گیری فشار (Burdon Gauge، Manometer، Bimetal، پیزوالکتریک، فیبر نوری و غیره)
- حسگرهای اندازه‌گیری جریان سیالات و جامدات (آلتراسونیک، ونتوری، ارفیس، پیتوت، پیمانه‌ای، اثر کوریولیس و مغناطیسی)
- حسگرهای اندازه‌گیری کمیت‌ها الکتریکی (حسگرهای اثر هال، حسگرهای جریان، ولتاژ، فرکانس و شار، اینکدرها)

۶. آشنایی با محرکهای الکتریکی و مکانیکی (۱ جلسه)
- محرک مکانیکی (سرو موتورهای هیدرولیکی و نیوماتیکی خطی و دوار و غیره)
- محرک‌های الکتریکی (سرو موتورهای الکتریکی DC و AC، موتور پله‌ای، رله‌ها)

۷. حسگرهای هوشمند (۱ جلسه)
- آشنایی به مزایا و ویژگی‌های سنسورهای هوشمند
- بررسی یک سیستم صنعتی دارای حسگرهای هوشمند
- طراحی سنسور هوشمند

۸. آشنایی با شبکه‌های صنعتی (۲ جلسه)
- اصول شبکه‌های صنعتی
- شبکه‌های پروفیباس
- شبکه‌های مدباس

۹. آشنایی با نرم افزارهای مونیتورینگ سیستم‌های اندازه‌گیری (۲ جلسه)
- Labview
- Matlab
- WinCC

۱۰. سرعت سنجی تصویری ذرات (Particle Image Velocimetry (PIV

۱۱. لیزر داپلر (Laser Doppler Velocimetry (LDV

روش ارزیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	-	۶۰٪	۲۰٪

فهرست منابع:

1- Alan S. Morris, Principles of Measurement and Instrumentation, Prentice Hall, 1993.
2- C. A. Smith and A. B. Corripio, Principles and Practice of Automatic Control, John Wiley and Sons, 1985.
3- G. K. McMillian and D. M. Considine, Process Industrial Instruments and Controls, handbook, 5th Ed., Mc Grow Hill, 1999.
4- M. C. Jacob, Industrial Control Electronics: Applications and Design, Mc Grow Hill, 1988.

فهرست مطالعات:

1- J. P. Bentley, Principles of Measurement Systems, 2nd Ed., Longman, *Inc*., 1983.
2- Figliola, R.S. and Beasley, D.E., Theory and Design for Mechanical Measurment, 4th Edition, Wiley, 2006.
3- Doebelin, E.O., Measurement Systems, Application and Design, 4th Edition, McGraw-Hill, 2004.

۴- جزوه درسی.

عنوان درس به فارسی: سیستم‌های انرژی پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی: Advanced Energy Systems

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۳ واحد نظری

پیشنیاز:

همنیاز:

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☑ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس:

سیستم‌های‌انرژی در شکل‌های مختلف خود نیازهای روز بشر را تامین می‌کنند و رشد تکنولوژی در این عرصه به بهبود راندمان، کاهش مصرف سوخت و ذخیره‌سازی بهینه انرژی کمک می‌نماید. در این درس تلاش می‌شود که ابتدا دانشجویان با سیستم‌های متداول تبدیل انرژی آشنا شده و سپس با آشنایی با تکنولوژی‌های جدید و غیرمتداول اقدام به تحلیل این سیستم‌ها نمایند. سیکل‌های تولید توان مدرن و غیرمعمول و عموماً هیبریدی نیز بررسی شده و ضمناً روش-های جدید مورد استفاده در محرکه‌های زمینی و هوایی معرفی شده و اقدام به بررسی علمی این روش‌ها می‌گردد. در پایان نیز در مورد اقتصاد برق و بررسی قیمت تمام شده تولید برق به روش‌های مختلف مطالبی ارائه می‌گردد.

سرفصل‌های درس:

۱. **منابع انرژی و روش‌های تبدیل انرژی:**
   - مقدمه
   - منابع اولیه و ثانویه انرژی
   - سیستم‌های انرژی
   - روش‌های مدرن تولید توان
   - محرکه‌های غیرمتداول

۲. **چرخه های پیشرفته و غیرمتداول:**
   - مقدمه
   - انواع چرخه های هوایی استاندارد
   - چرخه‌های مدرن تولید توان
   - چرخه‌های تولید همزمان و هیبرید
   - تحلیل ترمودینامیکی چرخه‌های مدرن تولید توان

۳. **انرژی‌های نو:**
   - مقدمه
   - روش‌های تولید برق تجدیدپذیر
   - روش‌های ترکیبی و تولید همزمان تجدیدپذیر
   - تحلیل اگزرژی در سیستم‌های تجدیدپذیر
   - آلایندگی سیستم‌های تجدید پذیر

۴. **سیستم‌های پیشرفته ذخیره‌سازی انرژی:**

مقدمه

پارامترهای مهم در سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی

روش های ذخیره‌سازی انرژی

روند تکنولوژی در حوزه ذخیره‌سازی انرژی

۵. **راندمان انرژی:**

مقدمه

روند بهبود راندمان انرژی

روش‌های بهبود راندمان

پارامترهای مهم در بهبود راندمان تجهیزات توربین‌های گازی

نتیجه‌گیری

۶. **اقتصاد تولید برق:**

مقدمه

اقتصاد کلان تولید برق در دنیا و ایران

نحوه محاسبه قیمت تمام شده برق

مقایسه اقتصادی روش‌های مختلف تولید برق

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۲۰٪	۵۰٪	۲۰٪

فهرست منابع:

1. V. Khartchenko, Vadym M. Kharchenko, Advanced Energy Systems, Second Edition Nikolai CRC Press, 2014.
2. Henrik Lund, Renewable Energy Systems (Second Edition), 2014 Elsevier Inc, ISBN: 978-0-12-410423-5.
3. Basel I. Ismail (2011). Power Generation Using Nonconventional Renewable Geothermal & Alternative Clean Energy Technologies, Planet Earth 2011 - Global Warming Challenges and Opportunities for Policy and Practice, Prof. Elias Carayannis (Ed.), ISBN: 978-953-307-733-8, InTech .
4. Power Technologies Energy Data Book, Fourth Edition, 2006, NREL.

فهرست مطالعات:

1. Power Technologies Energy Data Book, Fourth Edition, 2006, NREL.

عنوان درس به فارسی: شبیه‌سازی اتمی مواد در مقیاس نانو

عنوان درس به انگلیسی: Atomistic Nanoscale Simulation of Materials

تعداد واحد: ۳

تعداد ساعت: ۴۸ ساعت

نوع درس: اختیاری

نوع واحد: ۳ واحد نظری

پیشنیاز:

همنیاز:

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☑ سمینار ☐

اهداف کلی درس:

مطالعه روش‌های مختلف شبیه‌سازی اتمی مواد در مقیاس نانو شامل روش‌های کوانتمی، دینامیک مولکولی و مونت کارلو

سرفصل‌های درس:

۱. **مقدمه و کلیات درس**

آشنایی با دنیای نانو، انواع پیوندهای اتمی و مولکولی، شبکه‌های براوه، معرفی برخی از نانومواد، اهمیت شبیه‌سازی در نانو

۲. **شبیه‌سازی کوانتمی**

مقدمه‌ای بر مکانیک کوانتم، توصیف موجی- ذره‌ای از الکترون، معادله موج شرودینگر، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، تابع موج و مقدار چشم‌داشتی، چگالی احتمال، مقدمه‌ای بر روش تحلیلی حل معادله شرودینگر برای اتم هیدروژن و چرایی عدم امکان آن برای سیستم‌های بس‌ذره‌ای، تقریب بورن- اپنهایمر، معادلات هارتری و هارتری-فاک، بوزون و فرمیون، دترمینان اسلیتر، تئوری تابعیت چگالی، تئوری هوهنبرگ-کوهن، معادلات کوهن-شم، فضای حقیقی و فضای معکوس، تئوری بلاخ، سطوح انرژی و نحوه تحلیل و استخراج آنها، ظرفیت گرمایی ویژه و رسانش حرارتی الکترونی، مزایا و محدودیت‌های شبیه‌سازی کوانتمی نانومواد، معرفی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی کوانتمی رفتار نانومواد و حل مثال‌هایی توسط یکی از نرم‌افزارها

۳. **شبیه‌سازی دینامیک مولکولی**

مروری بر معادلات حرکت نیوتن و هامیلتون برای ذرات، فضای حالت، مقدمه‌ای بر مکانیک آماری و معرفی هنگردهای NVE، NVT، NPT و ...، میانگین‌گیری زمانی و هنگردی، ارگودیسیتی، بررسی روش‌های عددی حل معادلات حاکم، شرایط مرزی دوره‌ای، واحدهای کاهیده، شروع شبیه‌سازی، متعادل‌سازی و روش‌های مناسب توزیع سرعت ذرات، استفاده از روش‌های عددی بحث شده در حل معادلات، روش‌های کاهش هزینه محاسباتی، نحوه استخراج و تحلیل نتایج، انواع پتانسیل‌های کوتاه برد و بلند برد بین اتمی، فونون و بررسی خواص و رفتارهای نانومکانیکی پایه فونونی مواد با استفاده از دینامیک مولکولی، مقدمه‌ای بر دینامیک مولکولی آغازین، برنامه‌نویسی ساده برای شبیه‌سازی رفتار نانومکانیکی گاز آرگون، معرفی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی دینامیک مولکولی و حل مثال-هایی توسط یکی از نرم‌افزارها، مزایا و محدودیت‌های شبیه‌سازی دینامیک مولکولی

۴. **شبیه‌سازی مونت کارلو**

انتگرال‌گیری مونت کارلو، نحوه محاسبه خواص ترمودینامیکی با استفاده از مونت کارلو، نمونه‌برداری ساده و با اهمیت، الگوریتم متروپلیس، شبیه‌سازی مونت کارلو در هنگرهای مختلف، مدل آیزینگ و استفاده از آن در یافتن

خواص ترمودینامیکی و مغناطیسی، برنامه‌نویسی مدل آیزینگ، مقدمه‌ای بر مونت کارلوی کوانتمی، مزایا و محدودیت‌های شبیه‌سازی مونت کارلو

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Allen, M. P., and D. J. Tildesley. *Computer Simulation of Liquids*. New York, NY: Oxford University Press, 1989. ISBN: 9780198556459.
2. Frenkel, D., and B. Smit. *Understanding Molecular Simulation*. 2nd ed. San Diego, CA: Academic Press, 2001. ISBN: 9780122673511.
3. Jensen, F. *Introduction to Computational Chemistry*. New York, NY: John Wiley & Sons, 1998. ISBN: 9780471984252.

فهرست مطالعات:

1. Kaxiras, E. *Atomic and Electronic Structure of Solids*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2003. ISBN: 9780521523394.
2. Martin, R. *Electronic Structure: Basic Theory and Practical Methods*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004. ISBN: 9780521782852.
3. Phillips, R. *Crystals Defects and Microstructures*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001. ISBN: 9780521793575.
4. Thijssen, J. M. *Computational Physics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999. ISBN: 9780521575881.
5. Zettili, N. Quantum Mechanics: Concepts and Applications. 2nd ed. New York, NY: John Wiley & Sons, 2009. ISBN: 9780470026793.
6. Kohanoff, Jorge, and Nikitas Gidopoulos. "Density functional theory: basics, new trends and applications." Chapter 26 in *Handbook of Molecular Physics and Quantum Chemistry*. Edited by S. Wilson. Vol. 2, part 5. New York, NY: Wiley and Sons, 2003. ISBN: 9780471623748.

عنوان درس به فارسی : کمی سازی عدم قطعیت در مهندسی

عنوان درس به انگلیسی : Uncertainty Quantification in Engineering

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : روشهای محاسبات عددی پیشرفته

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

آموزش اصول "کمی سازی عدم قطعیت در مهندسی" به دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مکانیک

سرفصل‌های درس :

یکی از موضوعات پژوهشی جدید در رشته های مهندسی و از جمله رشته مهندسی مکانیک، تحلیل کمی سازی عدم قطعیت (uncertainty quantification) مسائل مهندسی می باشد. جایگاه این زمینه پژوهشی با توجه به این نکته است که در طراحی بسیاری از سیستم های مهندسی، عدم وجود اطلاعات دقیق و کامل درخصوص خواص فیزیکی مواد، ثوابت مدل های ریاضی، وجود تولرانس ها در ابعاد هندسی طرح و همچنین خطاهای ناشی از روش‌های عددی منجر به عدم قطعیت در خروجی سیستم و طرح نهایی گردد. برای مثال در طراحی توربوماشین‌ها، عدم قطعیت در شرایط جریان ورودی و تغییرات کوچک در ابعاد هندسی اجزاء (پروفیل ایروفویل) می تواند منجر به عدم قطعیت در توان و راندمان توربوماشین می گذارد. بمنظور طراحی دقیق وسایل مکانیکی و پروسه های صنعتی، لازم است کلیه پارامترهای غیر قطعی شناسائی شده و تاثیرات آنها در تجزیه و تحلیل های مهندسی لحاظ شوند. بنابراین در مسائل مهندسی بجای در دست داشتن یک جواب یکتا، می توان محدوده‌ای که جواب در آن قرار دارد را مشخص نمود که برای تحلیل های دیگر مهندسی مانند مدیریت ریسک و تحلیل قابلیت اطمینان می تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این درس اصول و مبانی uncertainty quantification به دانشجویان تحصیلات تکمیلی آموزش داده خواهد شد.

۱. مقدمه

- تاریخچه روش کمی سازی عدم قطعیت، انگیزه یادگیری کمی سازی عدم قطعیت، تفاوت روش ها و حل‌گرهای قطعی (deterministic) و غیرقطعی (non-deterministic)، بررسی و اعتبارسازی، عدم قطعیت های Epistemic و Aleatoric، تشریح مسئله Curse of dimensionality در کمی سازی عدم قطعیت، پخش عدم قطعیت در سیستم، ارائه مثال‌های از مسائل کاربردی غیر قطعی در مهندسی مکانیک

۲. مفاهیم پایه در تئوری احتمالات:

- مروری بر احتمال و آمار مهندسی، متغیرهای تصادفی، احتمال و توزیع های مختلف (نرمال، یکنواخت،...)، بردارهای تصادفی، پروسه های تصادفی، مدهای همگرایی، قضیه حدمرکزی

۳. روش های نمونه برداری (Sampling):

- محاسبه میانگین، انحراف معیار و ممان های بالاتر و انتگرال ها، حاشیه اطمینان، روش های تولید اعداد تصادفی با استفاده از توزیع های احتمالی مختلف، روش منت کارلو، اهمیت نمونه برداری، روش های کاهش واریانس در محاسبات مونت کارلو، نمونه برداری با استفاده از Latin hypercube

۴. کمی سازی عدم قطعیت به کمک بسط طیفی چند جمله ای:

- درون یابی لاگرانژ، توابع متعامد و مثال های از توابع متعامد (لژاندر، هرمیت، چبی شف)، روش های گلرکین و تصویر چند جمله ای، بسط کارهونن لو (K-L expansion)، آشوب چند جمله ای عمومی، روش های آشوب چند جمله ای intrusive و non-intrusive، روش non-intrusive با استفاده از انتگرال گیری گوسی، روش های شبکه پراکنده، روش رگراسیون، کاربرد روش های intrusive و non-intrusive در حل معادلات دیفرانسیل خطی و غیر خطی آشوبناک

۵. روش های دیگر کمی سازی عدم قطعیت:

- روش مونت کارلو multi-level، روش معادلات ممان، روش perturbation، مدل Surrogate، Kriging

۶. کمی سازی عدم قطعیت با استفاده از مدل های کاهش مرتبه (Reduced-order models) و کاهش بعد (Dimension reduction):

- لزوم کاهش متغیرهای غیرقطعی، مرور روشهای تعیین مقادیر و بردارهای ویژه، کاهش پارامترهای تصادفی با استفاده از آنالیز حساسیت، اندیکس های (Sobol' indices)، کاهش متغیرهای تصادفی با استفاده از Principal Orthogonal Decomposition (POD)

۷. کاربرد کمی سازی عدم قطعیت در تحلیل مسائل کاربردی:

- مسائل مکانیک سیالات و انتقال حرارت
- مسائل مکانیک جامدات و ارتعاشات

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۵٪	۳۰٪	۵۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. Numerical Methods for Stochastic Computations: A Spertral Method Approach
   By: Dongbin Xiu

فهرست مطالعات:

1. Stochastic Simulation: Analysis and Algorithms
   By: Soren Asmhssen and Peter W.Glynn

عنوان درس به فارسی : مکانیک ذرات معلق

عنوان درس به انگلیسی : Aerosol Mechanics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز : مکانیک سیالات پیشرفته

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با مفاهیم جریان حاوی ذرات معلق و نحوه مدلسازی رفتار ذرات آشنا می‌شوند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه
۲. حرکت یکنواخت ذره
۳. حرکت شتاب‌دار ذره
۴. توزیع آماری اندازه ذرات
۵. حرکت بروانی و پخش ذرات
۶. سایر نیروها: معادله BBO
۷. نشست ذرات
۸. چسبندگی ذرات
۹. تبخیر و چگالش بر روی ذرات
۱۰. بازتعلیق (resuspension) ذرات
۱۱. ملاحظات تجربی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۵٪	۲۰٪	۳۰٪	۳۵٪

فهرست منابع:

1. Hinds, W.C., Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, 2nd Edition, Wiley, 1999.
2. Friedlander, S.K., Smoke, Dust, and Haze Fundamentals of Aerosol Dynamics, 2nd Edition, Oxford University Press, 2000.

فهرست مطالعات:

1. Tu, J., Inthavong, K., Ahmadi, G., Computational Fluid and Particle Dynamics in the Human Respiratory System, Springer, 2013.
2. White, F.M., Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill, New York, 2006.

عنوان درس به فارسی : مکانیک سیالات پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Fluid Mechanics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اصلی

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : ریاضیات مهندسی پیشرفته، مکانیک محیط‌های پیوسته

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس:

آشنایی دانشجویان با مفاهیم پیشرفته تر مکانیک سیالات (با استفاده از حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان)

سرفصل‌های درس :

۱. مفاهیم اولیه و معادلات حاکم: فرض پیوستگی محیط، دیدگاه اولری و لاگرانژی، قضیه مشتق مادی، قضیه انتقال رینولدز، انواع تغییر شکل ذرات سیال، مفهوم تنسور تنش، معادلات حرکت کوشی، معادله اساسی سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی، فرم دیفرانسیلی معادله پیوستگی، معادلات ناویر استوکس، فرم دیفرانسیلی معادله انرژی، معادلات حاکم، شرطهای مرزی، فرمهای خاص معادلات حاکم، معادله برنولی، معادله ورتیسیته، مفهوم تابع جریان، روش تابع جریان - ورتیسیته برای حل مسائل جریان لزج، قضیه کلوین.

۲. حلهای دقیق معادلات حاکم: تعریف حل دقیق معادلات حاکم، جریان آرام پوآزی در داخل لوله ها، کانالهای بیضوی، و کانالهای مستطیلی شکل، جریان کوئت بین دو صفحه موازی، جریان کوئت بین دو استوانه هم مرکز، مسائل شماره یک و شماره دو استوکس، حلهای تشابهی، جریان دارای نقطه سکون، جریان در کانالهای همگرا و واگرا، جریان در لوله در اثر میدان فشار ضربانی، جریان پیچشی.

۳. پدیده ناپایداری جریان: مثالهایی از پدیده های ناپایداری، ناپایداری جریان تیلور - کوئت، تئوری ناپایداری خطی، ناپایداری جریانهای موازی، معادله Orr-Sommerfeld و روشهای حل آن، ناپایداری کلوین هلمهولتز، ناپایداری ریله

۴. حلهای تقریبی معادلات حاکم:

(الف) جریان در رینولدزهای کم: تقریب استوکس، جریان استوکس در اطراف یک کره صلب ساکن و متحرک، جریان استوکس در اطراف یک استوانه، پارادوکس استوکس، تقریب اوسین، تقریب روغنکاری.

(ب) جریان در رینولدزهای بالا: تقسیم بندی جریان به دو ناحیه لزج و غیر لزج، تحلیل ناحیه غیر لزج با استفاده از تابع پتانسیل (اعداد) مختلط، تبدیل شوارتز- کریستوفل و کاربرد آن، تحلیل ناحیه لزج با استفاده از تقریب لایه های مرزی، جریان بلازیوس، معادلهٔ انتگرال ممنتوم فون کارمن، روش انتگرالی تونیتز، روش انتگرالی کارمن - پل هاوزن، پدیدهٔ جدایی، نحوه محاسبه نقطه شروع جدایی، انواع ضخامتهای لایه مرزی

(ج) روش اختلالات جزیی (Perturbation): کارآیی این روش برای حل مسائلی که دارای یک پارامتر کوچک هستند (شامل مسائل سیالاتی در رینولدزهای کم و نیز در رینولدزهای بالا) معرفی می شود.

۵. مقدمه ای بر جریان درهم: تبدیل جریان آرام به درهم، جریان گذرا، روش e^N برای تشخیص شروع جریان گذرا، مفهوم تنشهای رینولدز، مفهوم طول تداخل پرانتل، مقیاس‌های توربولانس، روش متوسط‌گیری، معادلات حاکم بر جریان درهم بر مبنای مقادیر متوسط زمانی، لایه مرزی درهم، لزجت اغتشاشی، مدلهای توربولانس (مدل $K-\varepsilon$).

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	-	۵۰٪	۴۰٪

فهرست منابع:

1. I.G. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids, McGraw-Hill, New York, 1993.
2. R. Panton, Incompressible Flow, John-Wiley & Sons, New Jersey, 2005.
3. T. Papanastasiou, Viscous Fluid Flow, CRC Press, New York, 2000.

فهرست مطالعات:

1. F.M. White, Viscous Fluid Flow, McGraw-Hill, New York, 2006.
2. M. O'Neill, F. Chorlton, Viscous and Comressible Fluid Dynamics, John-Wiley & Sons, New York, 1989.
3. C. Pozrikidi, Introduction to Theoretical and Computational Fluid Dynamics, Oxford University Press, Oxford, 1997.
4. D.J. Tritton, Physical Fluid Dynamics, Clarendon Press, Oxford, 1988.

عنوان درس به فارسی : مکانیک سیالات در سیستمهای بیولوژیکی

عنوان درس به انگلیسی : Biofluid Mechanics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

کاربرد مکانیک سیالات در موجودات زنده

سرفصل درس :

۱. مروری بر مکانیک سیالات
۲. جریان خون در قلب و عروق
۳. رئولوژی خون
۴. مدلهای جریانات زیستی: جریان پوازی، جریان پالسی، جریان در لوله ای با سطح مقطع متغیر
۵. سیالات غیر نیوتنی و مدلهای ساختاری آنها
۶. جریان خون در مویرگها
۷. جریان سیال در کلیه ها
۸. مکانیک پسالات و دریچه قلب
۹. نگرشی مهندسی به عملکرد سیستمهای گردش خون،
۱۰. بیومکانیک تنفس
۱۱. بررسی مکانیک سیالات در اندامهای مصنوعی و لوازم ارتوپدی مانند سیستمهای قلب مصنوعی، کلیه مصنوعی و اکسیژناتورهای خون

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۱۵٪

فهرست منابع:

1. J. N. Mazumdar, Biofluid Mechanics, World Scientific Press, 2004.
2. D. Rubenstein, W. Yin and M. D. Frame, Biofluid Mechanics: An Introduction to Fluid Mechanics, Macrocirculation, and Microcirculation, Elsevier Ltd., 2012.

فهرست مطالعات:

1. L. Waite and J. Fine, Applied Biofluid Mechanics, McGrawHill, 2007.
2. Y.C. Fung: Biomechanics: Circulation, Springer, 1996

عنوان درس به فارسی : مکانیک سیالات غیرنیوتنی

عنوان درس به لاتین : Non-Newtonian Fluid Mechanics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته ۱ ، مکانیک محیطهای پیوسته ، مکانیک سیالات پیشرفته

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی دانشجویان با سیالات غیرخطی و اصول حاکم بر دینامیک آنها با استفاده از روشهای دیفرانسیلی

سرفصل‌های درس :

۱. فصل اول: مفاهیم اولیه و معادلات حاکم
۲. فصل دوم: خواص رئولوژیکی سیالات غیرنیوتنی
۳. فصل سوم: دینامیک سیالات غیرنیوتنی (حلهای دقیق)
۴. فصل چهارم: دینامیک سیالات غیرنیوتنی (حلهای تقریبی)
۵. فصل پنجم: تئوری ناپایداری خطی سیالات غیرنیوتنی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۱۰٪	-	۵۰٪	۴۰٪

فهرست منابع:

1. C. W. Macosko, Rheology: Principles, Measurement and Applications, VCH, 1994.
2. R.I. Tanner, Engineering Rheology, Oxford University Press, Oxford, 1992.
3. R.B. Bird, R.C. Armstrong, and O. Hassager, Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. 1, Fluid Mechanics, Wiley-Interscience, 2nd Edition, 1987.

فهرست مطالعات:

1. T. Papanastasiou, Viscous Fluid Flow, CRC Press, New York, 2000.

عنوان درس به فارسی : مکانیک محیط‌های پیوسته

عنوان درس به انگلیسی : Continuum Mechanics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

آشنایی با محیط های پیوسته و مرز آن با میکرومکانیک

آشنایی با جبر تانسوری و نوشتن معادلات بصورت فشرده با استفاده از اندیس ها

انواع تغییر شکل‌های محیط‌های پیوسته

میدان تنش و استخراج معادلات مومنتوم (کوشی) برای این محیط ها

کاربرد موارد سه و چهار در سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه
۲. تانسورها
۳. سینماتیک محیط پیوسته
۴. تنش و فرمولاسیون انتگرالی اصول کلی
۵. سیال نیوتنی
۶. تئوری انتقال رینولدز و کاربردهای آن
۷. سیالات غیرنیوتنی

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۵٪	۳۰٪	۴۵٪	-

فهرست منابع :

1. Lai, W.M., Krempl, E., Rubin D., Introduction to Continuum Mechanics, Fourth Edition, Elsevier Inc., 2010.
۲. میس ج. و میس ت.، ۱۳۷۸، مکانیک محیط‌های پیوسته برای مهندسین، ترجمه عباس راستگو، انتشارات دانشگاه تهران.
3. Spencer, A.J.M., Continuum Mechanics, Courier Dover Publications, 2014.

فهرست مطالعات :

1. George E. Mase, Schaum's Theory and Problems of Continuum Mechanics, McGraw-Hill, 1970.
2. Lee A. Segel, Mathematics Applied to Continuum Mechanics, Dover Publications, 1987.
3. Irgens, F., Continuum Mechanics, Springer, 2008.

عنوان درس به فارسی : موتورهای احتراق داخلی پیشرفته

عنوان درس به انگلیسی : Advanced Internal Combustion Engines

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☐ ندارد ☑ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان به درک عمیق‌تر و کاربردی‌تر از مکانیک سیالات و احتراق در موتورهای احتراق داخلی می‌رسند.

سرفصل‌های درس :

۱. مقدمه‌ای بر موتورهای احتراق داخلی
   - ۱-۱. انواع موتور احتراق داخلی
   - ۱-۲. اصول کار موتورهای احتراق داخلی
   - ۱-۳. ترمودینامیکی موتورهای احتراق داخلی
   - ۱-۴. سیکل‌های موتور
   - ۱-۵. مشخصات موتور
۲. فرآیندهای مهم در موتورهای احتراق داخلی
   - ۲-۱. شارژ و تنفس
   - ۲-۲. تشکیل مخلوط
   - ۲-۳. احتراق
   - ۲-۴. تشکیل آلاینده‌ها
۳. مدلسازی موتور
   - ۳-۱. ساختمان مدل
   - ۳-۲. انواع مدلسازی
   - ۳-۳. شبیه‌سازی
   - ۳-۴. اجزاء مدل کامل موتور
   - ۳-۵. روش مدلسازی موتور
۴. مدل محفظه/سیلندر احتراق
   - ۴-۱. انواع مدل سیلندر
   - ۴-۲. مدل‌های ترمودینامیکی
   - ۴-۳. Phenomenological Models
   - ۴-۴. مدل‌های هیبرید
۵. مدل تبادل گاز در موتور

۵-۱. مدل‌های صفر معادله‌ای
۵-۲. معادلات پایه دینامیک گاز یک بعدی
۵-۳. روش مشخصه‌ها
۵-۴. روش‌های حل عددی
۵-۵. شرایط مرزی
۵-۶. شارژ

۶. اصول احتراق
۶-۱. تعادل شیمیایی
۶-۲. سینتیک واکنش
۶-۳. مکانیزم‌های واکنش برای شعله‌های هیدروکربنی
۶-۴. رژیم‌های احتراق و انواع شعله

۷. تشکیل آلاینده‌ها
۷-۱. ترکیب گاز خروجی
۷-۲. مونواکسید کربن (CO)
۷-۳. هیدروکربن‌های نسوخته (HC)
۷-۴. اکسید نیتروژن (NO_x)
۷-۵. ذرات معلق (PM)

۸. مدلسازی چندبعدی
۸-۱. میدان‌های جریان سه بعدی
۸-۲. پاشش و تزریق سوخت
۸-۳. احتراق

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۳۰٪	۳۰٪	۳۰٪	۱۰٪

فهرست منابع:

1. G. P. Merkern, C. Schwarz, G. Stiesch, F. Otto, Simulating Combustion, Springer, 2005.
2. G. P. Merkern, C. Schwarz, R. Teichmann, Combustion Engines Development, Springer, 2009.

فهرست مطالعات:

1. Ferguson C R, Kirkpatrick A T, Internal combustion engines, 2nd edition, John Wiley & sons Inc., 2001.

عنوان درس به فارسی : میکرو نانو سیالات

عنوان درس به انگلیسی : Micro and Nano Fluid Mechanics

تعداد واحد : ۳

تعداد ساعت : ۴۸ ساعت

نوع درس : اختیاری

نوع واحد : ۳ واحد نظری

پیشنیاز :

همنیاز :

آموزش تکمیلی عملی :

دارد ☑ ندارد ☐ سفرعلمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☑

اهداف کلی درس :

در این درس دانشجویان با مفاهیم و اصول جریان سیالات در مقیاس میکرو و نانو آشنا می‌شوند.

سرفصل‌های درس :

۱. مفاهیم پایه
۲. معادلات حاکم و مدل‌های لغزشی
۳. جریان‌های برش محرک (shear driven)
۴. جریان‌های فشار محرک (pressure driven) و اثرات حرارتی در مقیاس‌های میکرو و نانو
۵. کاربردهای نمونه جریان گاز
۶. جریان‌های الکتروسینتیک
۷. مخلوط‌ها و ادوکشن آشوبناک (chaotic advection)
۸. سیالات ساده در نانوکانال‌ها
۹. آب در نانوکانال‌ها
۱۰. جریان الکترواسمتیک در نانوکانال‌ها
۱۱. سیالات functional و نانولوله‌های functionalized
۱۲. مدلسازی چندمقیاسی جریان گاز
۱۳. مدلسازی چندمقیاسی جریان مایع

روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهائی	پروژه
۲۰٪	-	۵۰٪	۳۰٪

فهرست منابع:

1. Karniadakis, G., Beskok, A., Aluru, N., Microflows and Nanoflows (Fundamental and Simulation), Springer, 2005.
2. Kirby, B., Micro-and Nanoscale Fluid Mechanics: Transport in microfluidic devices, Cambridge University Press, 2010.

فهرست مطالعات:

1. Nguyen, N.T., Wereley, S.T., Fundamentals and Applications of Microfluidics, Artech House, 2002.