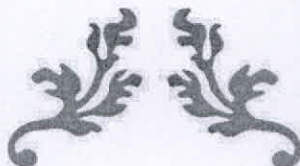




جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



برنامه درسی رشته

مهندسی مکانیک

MECHANICAL ENGINEERING

مقطع کارشناسی ارشد پیوسته



کرایش

تبدیل انرژی | Energy Conversion



گروه فنی و مهندسی

پیشادهی دانشگاه علم و صنعت ایران

بیت

نام رشته: مهندسی مکانیک

عنوان گرایش: تبدیل انرژی

گروه تحصیلی: فنی و مهندسی

دوره تحصیلی: کارشناسی ارشد پیوسته

زیرگروه تحصیلی: مهندسی مکانیک

نوع مصوبه: تدوین

پیشنهادی: دانشگاه علم و صنعت ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵

برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد پیوسته رشته مهندسی مکانیک گرایش تبدیل انرژی، در جلسه شماره ۹۶۲ به تاریخ ۱۴۰۲/۰۴/۲۵ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به شرح زیر تصویب شد:

ماده یک- این برنامه درسی برای دانشجویانی که پس از تصویب این برنامه درسی در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پذیرفته می شوند، قابل اجرا است.

ماده دو- این برنامه درسی در سه فصل: مشخصات کلی، جدول های واحدهای درسی و سرفصل دروس تنظیم شده است و برای اجرا در دانشگاه ها و موسسات آموزش عالی پس از اخذ مجوز پذیرش دانشجو از شورای گسترش آموزش عالی و سایر ضوابط و مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ابلاغ می شود.

ماده سه- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ به مدت ۵ سال قابل اجرا است و پس از آن، در صورت تشخیص کارگروه تخصصی مربوطه، نیاز به بازنگری دارد.

دکتر قاسم عموعابدینی

معاون آموزشی

و دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی





دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی مکانیک

سال تاسیس ۱۳۰۸

سرفصل دروس دوره کارشناسی ارشد پیوسته

رشته مهندسی مکانیک - گرایش تبدیل انرژی



سرفصل درس: ریاضی عمومی ۱									
دروس پیش‌نیاز:	تعداد واحد نظری: ۳		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ریاضی عمومی ۱		
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: General mathematics ۱		
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:							اختیاری	
	تعداد واحد عملی:								
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار									
سال ارائه درس: سال اول به بعد									

اهداف درس:

کسب دانش پایه مورد نیاز در علوم مهندسی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول و دوم	مختصات دکارتی و قطبی، معرفی اعداد مختلط و عملیات پایه در فضای اعداد مختلط
سوم	نمایش قطبی اعداد مختلط، مفهوم تابع، جبر توابع،
چهارم و پنجم	حد و قضایای مربوطه، پیوستگی
پنجم	مشتق و دستوره‌های مشتق‌گیری، تابع معکوس و مشتق آن
ششم	مشتق توابع پایه، قضیه رل، قضیه میانگین،
هفتم	کاربرد فیزیکی و هندسی مشتق، بیان کاربرد مشتق در مفهوم شتاب
هشتم	منحنی‌ها در مختصات قطبی، کاربرد مشتق در تقریب ریشه معادلات
نهم و دهم	تعریف انتگرال توابع پیوسته و قطعه ای پیوسته، قضایای اساسی حساب دیفرانسیل و انتگرال
یازدهم	معرفی توابع اولیه و روش‌های تحلیلی محاسبه انتگرال
دوازدهم و	معرفی کاربردهای هندسی و فیزیکی انتگرال مانند محاسبه طول منحنی، مساحت، حجم، گشتاور، مرکز ثقل و ...



سیزدهم	
چهاردهم	لگاریتم، تابع نمایی و مشتق آنها
پارنزدهم	معرفی مفاهیم دنباله و سری و بیان قضایای مربوطه، آموزش روش محاسبه سری
شانزدهم	معرفی بسط های تیلور و مک لورن، بیان بسط تیلور توابع پرکاربرد

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. “Modern Calculus and Analytic Geometry”: R. Silverman, Dover Publications, ۲۰۱۴.
۲. “Thomas’ Calculus”: G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass, F. R. Giordano, & R. Korkmaz, Pearson Publications, ۲۰۱۹.



سرفصل درس: ریاضی عمومی ۲								
دروس پیش نیاز: ریاضی عمومی ۱	تعداد واحد نظری: ۳		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ریاضی عمومی ۲	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: General mathematics ۲	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال اول به بعد								

اهداف درس:

کسب دانش پایه مورد نیاز در علوم مهندسی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معادلات پارامتری، مختصات فضایی،
دوم	معرفی ماتریس، عملیات سطری، معکوس ماتریس،
سوم	حل دستگاه معادلات، استقلال خطی پایه و تبدیل خطی،
چهارم	دترمینان، مقدار ویژه و بردار ویژه،
پنجم	ضرب برداری، معادلات خط و صفحه،
ششم و هفتم	توابع برداری و مشتق آنها، بیان ارتباط سرعت و شتاب، خمیدگی و انحنا، بردارهای قائم بر منحنی،
هشتم	توابع چندمتغیره، مشتقات جزئی و جهتی،
نهم	صفحات مماس و خط قائم گرادیان، قاعده مشتق زنجیری،
دهم	دیفرانسیل کامل، انتگرالهای دوگانه و سه گانه، تعویض ترتیب انتگرال گیری
یازدهم	معرفی دستگاه مختصات استوانه ای و کروی، میدان برداری،
دوازدهم	انتگرال منحنی الخط، انتگرال رویه ها،
سیزدهم و	دیورژانس، انتگرال روی منحنی بسته، لاپلاسین،



چهاردهم	
پانزدهم و شانزدهم	مفهوم تابع پتانسیل، قضایای گرین و استوکس.

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. “Modern Calculus and Analytic Geometry”: R. Silverman, Dover Publications, ۲۰۱۴.
۲. “Thomas’ Calculus”: G. B. Thomas, M. D. Weir, J. Hass, F. R. Giordano, & R. Korkmaz, Pearson Publications, ۲۰۱۹.



سرفصل درس: معادلات دیفرانسیل								
دروس پیش نیاز: ریاضی عمومی ۱	تعداد واحد نظری: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: معادلات دیفرانسیل		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Differential Equations		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:	اختیاری						
	تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال اول به بعد								

اهداف درس:

کسب دانش پایه مورد نیاز در علوم مهندسی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول و دوم	طبیعت معادلات دیفرانسیل و دسته بندی روش های حل آنها،
سوم و چهارم	خانواده منحنی ها و مسیرهای قائم،
پنجم و ششم	الگوهای فیزیکی، معادله جدادشدنی و روش های حل آنها
هفتم	معادله دیفرانسیل خطی مرتبه اول، معادله همگن
هشتم	روش ضرایب نامعین،
نهم	روش تغییر پارامترها،
دهم	کاربرد معادلات مرتبه دوم در فیزیک و مکانیک،
یازدهم	حل معادله دیفرانسیل با استفاده از سری ها،
دوازدهم	توابع بسل و گاما، چندجمله ای لژاندر
سیزدهم و	معرفی دستگاه های معادلات دیفرانسیل و روش های حل آنها



چهاردهم	
پانزدهم و شانزدهم	تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در حل معادلات دیفرانسیل

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Ordinary Differential Equations: An Introduction to The Fundamentals": K. Howell, CRC Press, ۲۰۱۹.

۲. "معادلات دیفرانسیل"، دکتر مسعود نیکوکار، انتشارات آزاده.



سرفصل درس: برنامه نویسی کامپیوتر								
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری: ۳		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: برنامه نویسی کامپیوتر	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Computer programming	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد								
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال اول به بعد								

اهداف درس:

آشنایی با زبان های برنامه نویسی مورد نیاز در مهندسی مکانیک

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با کامپیوتر و معرفی سطوح زبانها مختلف، آشنایی با کاربرد برنامه نویسی در مهندسی مکانیک
دوم	الگوریتم و فلوچارت
سوم	عناصر برنامه نویسی: نام ها، متغیرها، داده ها، پارامترها، اعلان متغیرها، توابع کتابخانه ای، ورودی و خروجیهای ساده برنامه
چهارم	ساختارهای کنترلی: بلوکهای شرط، حلقه های تکرار
پنجم	
ششم	
هفتم	ورودی و خروجیهای پیشرفته
هشتم	خواندن فایل
نهم	فرمت نوشتن و خواندن از روی فایل
دهم	متغیرهای اندیس دار، مقدار دهی به متغیرهای اندیس دار، عملیات با آرایه ها، خواندن و نوشتن آرایه ها، متغیرهای اندس دار شناور
دهم	
یازدهم	
دوازدهم	دستورات ذاتی آرایه ها (توابع کتابخانه ای آرایه ها)



سیزدهم	زیر برنامه ها: تابع، زیر روال، ماژول ها، تابع و زیر برنامه های بازگشتی
چهاردهم	
پانزدهم	عملیات با رشته ها ، توابع کتابخانه ای رشته ها
شانزدهم	ساختارها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کامپیوتر ، ادیتور و کامپایلرهای زبانهای مورد تدریس

منابع اصلی

(۱) برنامه نویسی به زبان فرترن برای رشته های علوم و مهندسی، دکتر سید سعید موسوی ندوشنی

(۲) فرترن ۹۰ برای رشته های علوم و مهندسی

(۳) *C++ programming from problem analysis to problem design, S.D. Malik*



سرفصل درس: محاسبات عددی							
دروس پیش نیاز: برنامه نویسی کامپیوتر	تعداد واحد نظری: ۲		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: محاسبات عددی
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Numerical Methods
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعدا واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

آشنایی مقدماتی با روش های تحلیل عددی به کمک رایانه.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مدل سازی ریاضی مسایل مهندسی
دوم	تعریف خطاها و شناسایی انواع خطا در محاسبات عددی
سوم	روش های حصر ریشه معادلات جبری
چهارم	روشهای ریشه یابی باز (نقطه ثابت، نیوتن-رافسون، سکانت و ...)
پنجم	مقدمه ای بر روش های بهینه سازی
ششم	روش های حذفی گاوس در حل دستگاه معادلات خطی
هفتم	روش های فاکتورگیری بالامثلثی-پایین مثلثی در حل دستگاه معادلت خطی
هشتم	روش های تکرار در حل دستگاه معادلات خطی
نهم	روش های محاسبه معکوس ماتریس و مقادیر ویژه
دهم	مقدمه ای بر حل دستگاه معادلات غیرخطی
یازدهم	میانمایی چندجمله ای (روش های نیوتن و لاگرانژ)-برونیایی
دوازدهم	رگرسیون خطی
سیزدهم	روش های انتگرال گیری عددی از روابط (روش نیوتن-کوتس، دوزنقه ای و سیمپسون)
چهاردهم	روش های انتگرال گیری عددی به صورت ترکیبی (رامبرگ، مربعات گوس)



حل عددی مسایل مقدار اولیه (روش های اویلر و رانگ کوتا)	پانزدهم
حل عددی مسایل مقدار مرزی (روش های شوتینگ و تفاضل محدود)	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۲۰٪	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات رایانه ای جهت پیاده سازی عملی مطالب تدریس شده

منابع اصلی

۱. "Applied Numerical Methods with MATLAB": Steven. C. Chapra, Mc Graw-Hill, ۴th Edition, ۲۰۱۷.

۲- "محاسبات عددی"، مسعود نیکوکار، گسترش علوم پایه، ۱۳۹۸.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: فیزیک ۱							
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فیزیک ۱	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Physics 1	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

کسب دانش پایه مورد نیاز در علوم مهندسی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اندازه گیری، بردارها،
دوم	حرکت در یک بعد
سوم	حرکت در صفحه
چهارم و پنجم	دینامیک ذره،
ششم و هفتم	کار، بقای انرژی
هشتم و نهم	دینامیک مجموعه ذرات،
دهم و یازدهم	سینماتیک و دینامیک دورانی
دوازدهم	مومنوم و ضربه
سیزدهم	تعاریف دما و گرما، قانون صفرم ترمودینامیک
چهاردهم	قانون اول و دوم ترمودینامیک



و پانزدهم	
شانزدهم	نظریه جنبشی گازها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات رایانه ای جهت پیاده سازی عملی مطالب تدریس شده

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



سرفصل درس: فیزیک ۲								
دروس پیش نیاز: فیزیک ۱	تعداد واحد نظری: ۳		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: فیزیک ۲	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Physics 2	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال اول به بعد								

اهداف درس:

کسب دانش پایه مورد نیاز در علوم مهندسی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	بار و ماده،
دوم	میدان الکتریکی، قانون گوس
سوم	پتانسیل الکتریکی
چهارم	خازنها و دی الکتریکها
پنجم و ششم	جریان و مقاومت الکتریکی،
هفتم و هشتم	نیروی محرکه الکتریکی و مدارها
نهم و دهم	میدان مغناطیسی، قانون آمپر
یازدهم	قانون القاء فاراده، القاء
دوازدهم	خواص مغناطیسی ماده، نوسانات الکترومغناطیس
سیزدهم و	جریان های متناوب، معادلات ماکسول



چهاردهم	
پانزدهم و شانزدهم	امواج الکترومغناطیسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات رایانه ای جهت پیاده سازی عملی مطالب تدریس شده

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۱								
دروس پیش نیاز: فیزیک ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۱	
	تعداد واحد عملی: ۱							
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۱								
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد								
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال اول به بعد								

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۱

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول و دوم	منابع خطا در آزمایش و روش های محاسبه خطا
سوم	تعیین گرمای ویژه مایعات به روش سرد شدن
چهارم	تعیین ضریب انبساط حجمی مایعات
پنجم	تعیین گرمای نهان ذوب یخ
ششم	تعیین گرمای نهان تبخیر
هفتم	تعیین ضریب انبساط طولی جامدات
هشتم	ترمومتر گازی
نهم	تعیین کشش سطحی مایعات
دهم	تعیین ضریب هدایت حرارتی جامدات
یازدهم	تحقیق قوانین بویل و کیلوساک
دوازدهم	تعیین کشش سطحی مایعات با استفاده از لوله های موئین
سیزدهم	ویسکوزیته سنجی
چهاردهم	سنجش چگالی مایعات



پانزدهم و شانزدهم	شناسائی وسایل اندازه گیری
-------------------	---------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
تجهیزات مربوط به انجام آزمایش های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



سرفصل درس: شیمی عمومی							
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری: ۳		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: شیمی عمومی
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: General Chemistry
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

کسب دانش پایه مورد نیاز در علوم مهندسی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول و دوم	مقدمه: علم شیمی، نظریه دالتون، قوانین ترکیب شیمیایی، وزن اتمی و اتم گرم، عدد آووگادرو، تعریف مول، محاسبات شیمیایی
سوم و چهارم	ساختمان اتم
پنجم	ترموشیمی اصول ترموشیمی، واکنشهای خودبخودی، انرژی آزاد و انتروپی، معادله گیبس و هلمهولتز
ششم و هفتم	پیوندهای شیمیایی: پیوندهای یونی، کووالانس، اوربیتال های اتمی و مولکولی، طول پیوند و زاویه پیوند، پیوندهای چندگانه، قطبیت پیوند، پدیده رزونانس، پیوند هیدروژنی، پیوندهای فلزی، نیمه رساناها و نارساها
هشتم	مایعات، جامدات و محلولها: تبخیر، فشار بخار، نقطه جوش و انجماد، تصفیه، مکانیزم حل شدن، فشار بخار جامدات و محلولها و قوانین مربوط به آن
نهم و دهم	تعادل در واکنش های شیمیایی واکنش های برگشت پذیر و تعادل شیمیایی، ثابت های متعادل (گاز، جامد و مایع)، اصل لوشاتلیه



یازدهم و دوازدهم	سرعت واکنش های شیمیایی سرعت واکنش، اثر غلظت در سرعت، معادلات سرعت، کاتالیزورها،
سیزدهم و چهاردهم	اسیدها و بازها و تعادلهای یونی نظریه آرنیوس، نظریه برسدلوری، نظریه لوییس، الکترولیت های ضعیف، آمفوتریسم هیدرولیز، محلولهای تامپون
پانزدهم و شانزدهم	اکسایش و کاهش حال اکسایش، نظریه نیم واکنش، موازنه واکنش های اکسایش و کاهش پیل گالوانی و معادله نرنست، سایر پیل های شیمیایی (پیل های سوختی، باتری)

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "شیمی عمومی"، ویرایش ششم، چالز مورتیمر، مترجم: عیسی یآوری، نشر دانشگاهی، ۱۳۹۸



۲-۳- سرفصل های دروس تخصصی

۴۰



سرفصل درس: ریاضی مهندسی						
دروس پیش نیاز: ریاضی عمومی ۲ و معادلات دیفرانسیل	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ریاضیات مهندسی
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	تخصصی			
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					عنوان درس به انگلیسی: Engineering mathematics	
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

ارتقاء سطح دانش ریاضی دانشجویان به منظور درک بهتر ریاضیات در دروس مهندسی مکانیک.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف سری فوریه، روابط اویلر برای ضرایب فوریه، تعریف تعامد توابع و به دست آوردن روابط اویلر
دوم	سری فوریه توابع با تناوب دلخواه، توابع زوج و فرد، بسط نیم‌دامنه، سری فوریه مختلط، نوسانات واداشته، اتحاد پارسوال
سوم	انتگرال و تبدیل فوریه، تبدیل فوریه سریع
چهارم	استفاده از نرم‌افزارهای ریاضی در محاسبه سری‌ها و تبدیل‌های فوریه
پنجم	معادله دیفرانسیل تار مرتعش (معادله موج یک بعدی)، روش جداسازی متغیرها برای حل معادلات
ششم	روش دالامبر برای حل معادله موج، معادله حرارت
هفتم	معادله موج دو بعدی، معادله لاپلاس در مختصات دکارتی، کروی و قطبی
هشتم	دسته‌بندی معادلات و روش مشخصه‌ها
نهم	کاربرد تبدیل‌های لاپلاس و فوریه در حل معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی.
دهم	توابع، حد، پیوستگی و مشتق آن‌ها، توابع تحلیلی، توابع نمایی، هذلولوی، مثلثاتی و لگاریتمی
یازدهم	انتگرال گیری، قضیه انتگرال گاوس، محاسبه انتگرال‌های خط به وسیله انتگرال‌های نامعین
دوازدهم	فرمول گاوس، بسط‌های تیلور و لوران
سیزدهم	توابع، حد، پیوستگی و مشتق آن‌ها، توابع تحلیلی، توابع نمایی، هذلولوی، مثلثاتی و لگاریتمی



چهاردهم	انتگرال گیری به روش مانده‌ها
پانزدهم	نگاشت همدیس
شانزدهم	محاسبه برخی از انتگرال‌های حقیقی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
نرم‌افزارهای MATLAB و Mathematica، رایانه

منابع اصلی

۳. “Advanced Engineering Mathematics”: E. Kreyszig, John Wiley, ۲۰۱۱.
۴. “Advanced Engineering Mathematics”: M.C. Potter, J.L. Lessing and E.F. Aboufadel, Springer ۲۰۱۹.
۵. “Advanced Engineering Mathematic”: D. G., Zill and M.R. Cullen Jones and Bartlett, ۲۰۰۶.



سرفصل درس: نقشه کشی صنعتی ۱							
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: نقشه کشی صنعتی ۱	
	تعداد واحد عملی:				۲		
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Technical drawing ۱	
	تعداد واحد عملی: ۲						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد						
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

هدف از این درس آشنای دانشجویان با اصول نقشه کشی صنعتی است که در این درس با مباحثی مثل هندسه ترسیمی، رسم سه نما، رسم ایزومتریک، اندازه گذاری، مجهول یابی و انواع برش در نقشه کشی صنعتی آشنا خواهند شد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنای با لوازم نقشه کشی و انواع خطوط
دوم	هندسه ترسیمی
سوم	رسم سه نما از ایزومتریک اجسام ساده و شیب دار
چهارم	رسم سه نما از ایزومتریک اجسام استوانه ای
پنجم	رسم نیم نما اجسام متقارن
ششم	رسم ایزومتریک



هفتم	توانایی رسم دی متریک
هشتم	اصول اندازه گذاری در نقشه‌های صنعتی
نهم	آشنای با علایم اندازه گذاری در نقشه‌های صنعتی
دهم	نقشه خوانی
یازدهم	رسم ایزومتریک از روی سه نما
دوازدهم	رسم ایزومتریک از روی دو نما و مجهول یابی
سیزدهم	ادامه بحث مجهول یابی
چهاردهم	اصول برش و برش ساده
پانزدهم	رسم نیم برش و برش شکسته
شانزدهم	رسم برش مایل، برش موضعی و برش متناوب

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪		۲۵٪	۲۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
لوازم مورد نیاز برای نقشه کشی دستی، مداد، کاغذ و

منابع اصلی

۱. John Handsley Dales. A Manual of Mechanical Drawing. ۲۰۱۶.
۲. K. Rathnam. A First Course in Engineering Drawing. ۲۰۱۸
۳. Frederick E Giesecke. Technical Drawing with Engineering Graphics. ۲۰۱۴.
۴. Sergei Bogolyubov, Alexander Voinov. Engineering Drawing: A Course for Technical Schools of Mechanical Engineering. ۲۰۰۱



سرفصل درس: استاتیک									
عنوان درس به فارسی: استاتیک	تعداد واحد:	۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸			
	عنوان درس به انگلیسی: Statics			الزامی			تخصصی		
									اختیاری
دروس پیش نیاز: فیزیک ۱- ریاضی عمومی ۱	تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد									
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐									
سال ارائه درس: سال اول به بعد									

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با بررسی تعادل استاتیکی و محاسبه نیروها و گشتاورهای وارد بر اجسام در حال تعادل استاتیکی از اهداف این درس می باشد. بر این اساس در این درس دانشجویان با تحلیل استاتیک ذرات، اجسام صلب و سازه‌های مهندسی (مانند خرپاها، قابها و ماشینها) و برخی مفاهیم مرتبط مانند مرکز جرم، مرکز سطح، ممان اینرسی و ... آشنا می شوند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اصول کلی، کمیت‌های فیزیکی و واحدها، سیستم نیروی متقارب
دوم	استاتیک (تعادل استاتیکی) ذره در صفحه
سوم	استاتیک ذره در فضا
چهارم	استاتیک جسم صلب در صفحه
پنجم	استاتیک جسم صلب در صفحه - ادامه



ششم	استاتیک جسم صلب در فضا
هفتم	استاتیک سازه‌های مهندسی: خرپاها
هشتم	استاتیک سازه‌های مهندسی: قابها و ماشینها
نهم	نیروهای گسترده، مرکز جرم و مرکز سطح
دهم	نمودار نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیرها
یازدهم	اصطکاک
دوازدهم	اصطکاک - ادامه
سیزدهم	روش های انرژی و کار مجازی
چهاردهم	روش های انرژی و کار مجازی - ادامه
پانزدهم	گشتاور دوم سطح و ممان اینرسی
شانزدهم	کابل ها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Meriam, James L., and L. Glenn Kraige. Engineering mechanics: Statics, ۹th Edition, John Wiley & Sons, ۲۰۱۸.
۲. Ferdinand Beer, E. Johnston, D. Mazurek, P. Cornwell, and B. Self, Vector Mechanics for Engineers: Statics and Dynamics, ۱۲th Edition, McGraw-Hill Education, ۲۰۱۸.
۳. William F. Riley, Leroy D. Sturges, Engineering Mechanics, Statics, ۲nd Edition, John Wiley, ۱۹۹۶.



سرفصل درس: دینامیک							
عنوان درس به فارسی: دینامیک	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸		
	دروس پیش نیاز: استاتیک	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی				تخصصی
		تعداد واحد نظری:	اختیاری				
		تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

در درس دینامیک که یکی از دروس پایه‌ی مهندسی مکانیک است، مفاهیم اصلی در حرکت و نیرو آموزش داده می‌شود. دستگاه‌های مختصات، کمیت‌های برداری، معادلات حرکت، اندازه حرکت، کار و انرژی جزو مطالب اصلی این درس است. دانشجو در این درس می‌آموزد که با رسم دیاگرام جسم آزاد بتواند یک جسم را از محیط اطرافش منفک کند و قوانین فیزیکی را برای آن جسم بنویسد. درس به دو بخش دینامیک ذرات و دینامیک اجسام صلب تقسیم می‌گردد. حل مثال‌های متعدد در حوزه‌های متنوع مهندسی باعث شناخت بیشتر دانشجو از رشته‌ی مهندسی مکانیک می‌گردد. توانایی تحلیل مسائل واقعی به شکل ساده و منطقی با بکارگیری چند اصل اولیه به عنوان یکی از اهداف مهم این درس می‌باشد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	سینماتیک ذرات، حرکت راست خط، حرکت زاویه‌ای، حرکت منحنی الخط در صفحه، مختصات قائم و مماس
دوم	حرکت منحنی الخط در فضا، مختصات کارتیزین، استوانه‌ای، کروی، حرکت نسبی
سوم	سینتیک ذرات، قانون دوم نیوتن، معادلات حرکت
چهارم	کار و انرژی، سیستم‌های ابقایی و غیر ابقایی، اصل بقای انرژی مکانیکی



پنجم	ضربه، اندازه حرکت خطی، اندازه حرکت زاویه ای، برخورد، حرکت با نیروی مرکزی
ششم	حرکت نسبت به محورهای متحرک، اصل دالامبر
هفتم	دینامیک مجموعه ذرات، معادلات حرکت، قانون بقای انرژی، قانون بقای مومنتم، مرکز جرم مجموعه ذرات
هشتم	دینامیک سیستم های با جرم متغیر
نهم	سینماتیک اجسام صلب در صفحه، حرکت مطلق، حرکت نسبی، مرکز آنی دوران
دهم	سینماتیک جسم صلب در فضا
یازدهم	سینتیک اجسام صلب، قانون دوم نیوتن برای اجسام صلب
دوازدهم	معادلات حرکت جسم صلب در صفحه، ممان اینرسی جرمی
سیزدهم	قوانین بقای مومنتم خطی و زاویه ای
چهاردهم	مرکز تصادم و برخورد اجسام صلب
پانزدهم	کاربرد قوانین کار و انرژی در اجسام صلب
شانزدهم	معادلات حرکت جسم صلب در فضا

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. J. L. Meriam, L. G. Kraige, J.N. Bolton "Engineering Mechanics: Dynamics", ۹th Edition, ۲۰۱۸, John Wiley
۲. F. Beer, E. Johnston, P. Cornwell, B. Self "Vector Mechanics for Engineers: Dynamics", ۱۲th Ed., ۲۰۱۹, McGraw Hills



سرفصل درس: مقاومت مصالح ۱							
دروس پیش نیاز: استاتیک	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح ۱
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Mechanics of materials I
	تعداد واحد نظری: ۳		تخصصی				
	تعداد واحد عملی:			الزامی			
	تعداد واحد نظری:					اختیاری	
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

هدف اصلی درس مقاومت مصالح این است که یک مهندس بتواند سازه‌های تحت بارگذاری را تجزیه و تحلیل کند. اکثر سازه‌های مهندسی که در صنعت و زندگی روزمره به کار می‌روند، مانند شفت‌ها، فلنج‌ها و آرماتور در سازه‌های بتنی، تحت تنش، خمش و پیچش هستند و دانستن این که آیا این سازه‌ها توانایی تحمل بارهای وارده را خواهند داشت، از اهمیت بالایی در زمینه طراحی و بهره‌برداری از سازه‌های مذکور برخوردار است.

استحصال این دانش، نیازمند آشنایی کامل در زمینه محاسبات مربوط به تنش، کرنش، خمش، پیچش و برش است. در هر مرحله باید با ارائه یک مثال و حل تشریحی آن، تکنیک کاربرد فرمول‌ها و ارزیابی مساله آموزش داده شود.

درس مقاومت مصالح نیاز به حل مساله دارد و افرادی که مسائل بیشتری حل می‌کنند، قاعدتا توانایی و مهارت بیشتری را به دست می‌آورند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مفهوم تنش و انواع تنش: تنش در اعضای یک سازه، تحلیل و طراحی، بارگذاری محوری و تنش عمودی، تنش برشی، تنش لهیدگی در اتصالات، ضریب اطمینان
دوم	تنش و کرنش بارگذاری محوری: تنش نرمال تحت بارگذاری محوری، نمودار تنش کرنش، تنش و کرنش واقعی، قانون هوک و مدول یانگ، رفتار الاستیک و پلاستیک مواد، بارگذاری تکرار شونده و خستگی



سوم	تغییر شکل اعضا تحت بارگذاری محوری، مسائل نامعین استاتیکی، مسائل شامل تغییرات دمایی، نسبت پواسون، بارگذاری چند محوره و قانون هوک تعمیم یافته، مدول بالک و اتساع
چهارم	تنش برشی، روابط بین مدول ینگ، مدول برشی و ضریب پواسون
پنجم	اصل سنت و نان، تمرکز تنش، تغییر شکل پلاستیک، تنش پسماند، حل سوالات و مسائل تکمیلی
ششم	بحث های مقدماتی در رابطه با تنش در شفت ها، تغییر شکل در شفت دایره ای، تنش در ناحیه الاستیک، زاویه پیچش در ناحیه الاستیک، شفت های نامعین استاتیکی، طراحی شفت های انتقال قدرت
هفتم	تمرکز تنش در شفت های دایره ای، تغییر شکل پلاستیک در شفت های دایره ای، تنش پسماند در محورهای دایره ای، پیچش در شفت های غیردایره ای، شفت های توخالی جداره نازک
هشتم	بررسی اعضای متقارن تحت خمش خالص، تغییر شکل و تنش در ناحیه الاستیک برای اعضای تحت خمش، خمش در اعضای ساخته شده از چند جنس، تمرکز تنش، تغییر شکل پلاستیک
نهم	صفحه خنثی، توزیع تنش و کرنش در مقاطع توپر، تنش پسماند در حالت بارگذاری خمشی، بارگذاری خمشی خارج از محور، بررسی اعضای تحت خمش نامتقارن، حالت کلی بارگذاری خمشی خارج از محور، خمش اعضای از قبل خم شده
دهم	تیر با مقطع مرکب (دو جنسی) و بتن مسلح
یازدهم	نمودار نیروی خمشی و گشتاور خمشی، رابطه بین نیرو، برش و گشتاور خمشی، طراحی تیرها برای مقاومت در برابر خمش
دوازدهم	برش در وجه افقی المان تیر، تعیین نیروهای برشی در تیرها، بحث بیشتر بر روی توزیع تنش در یک تیر، برش طولی در یک المان تیر با شکل دلخواه
سیزدهم	تنش برشی در اعضای با جداره نازک، بارگذاری نامتقارن در اعضای با جداره نازک، مرکز برش
چهاردهم	معادلات تنش - کرنش و دایره مور: انتقال تنش صفحه ای، مباحث مرتبط با تبدیل تنش، تنش های اصلی و بیشترین تنش برشی، دایره مور برای حالت تنش صفحه ای
پانزدهم	حالت کلی تنش، کاربرد دایره مور برای حالت تنش سه بعدی، تبدیل محورهای کرنش
شانزدهم	محاسبه خیز و شیب تیر به روش انتگرالگیری و تنش های اصلی در تیرها، طراحی شفت های انتقال قدرت، تنش تحت بارگذاری کلی و بارگذاری ترکیبی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۲۰٪	۳۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

۵۰



ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Beer, F. P., E. R. Johnson, J. T. DeWolf and D. F. Mazurek. "Mechanics of materials", McGraw-Hill Education, ۲۰۲۰.
- ۲- Gere J. M. and B. J. Goodno "Mechanics of Materials", Cengage Learning, ۲۰۲۰.
- ۳- Hibbeler, R. C. and S. C. Fan. "Statics and mechanics of materials". Upper Saddle River: Prentice Hall, ۲۰۱۶.
- ۴- Popov E. P. "Engineering Mechanics of Solids", Pearson, ۱۹۹۸.
- ۵- Benham P. P. and R. J. Crawford, "Mechanics of Engineering Materials" Longman Science & Technical, ۱۹۹۶.



سرفصل درس: علم مواد								
دروس پیش نیاز: شیمی عمومی	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: علم مواد		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: ۳		الزامی	تخصصی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Materials Science	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال دوم به بعد								

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با تعاریف و مفاهیم اولیه در دسته بندی مواد، انتخاب مواد، نکات کلیدی علمی مربوط به ساختار کریستالی مواد مختلف، استفاده از مواد و دلایل تخریب آنها و شناخت کامل آلیاژهای آهنی به عنوان مهمترین ماده مورد استفاده در صنعت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی اولیه با دنیای مواد مهندسی
دوم	کریستالوگرافی و شناخت ساختارهای کریستالی شیوه شناسایی آنها، تفاوت در چینش اتمی
سوم	
چهارم	نقص در شبکه های کریستالی، آشنایی با عیب جای خالی، شناخت کامل نایجایی ها به عنوان کلیدی ترین
پنجم	
ششم	نقص، شناخت دوقلویی، آشنایی کامل با دانه و مرز دانه، محاسبه اندازه دانه و عدد ASTM
هفتم	نفوذ در جامدات کریستالی
هشتم	خواص مکانیکی مواد، آزمون های شناسایی خواص مکانیکی شامل تست های کشش، فشار، پیچش و ضربه و بررسی خواص کششی ماده شامل نقطه تسلیم، استحکام کششی، چقرمگی، ضریب فنریت و ...
نهم	
یازدهم	پدیده های بازگشت شامل بازیابی و تبلور مجدد
دوازدهم	تخریب در مواد شامل ترک در ماده و تحلیل تمرکز تنش، ترک شناسی و شکست شناسی در مواد، خستگی
	شامل شرایط تنش مکانیکی و ظاهر سطح شکست و مراحل آن، خزش شامل مراحل شکست و مکانیزم خزش



سیزدهم	نمودارهای فاز، شناخت مفهوم آن، نمودارهای فاز دوتایی، نمودارهای مهم آهن کربن و انجام محاسبات مختلف
چهاردهم	روی نمودار و پیش بینی ریزساختار بر اساس نمودارهای فاز
پانزدهم	دگرگونی فاز بر اساس نمودارهای فاز، تحول مارتنزیتی و نمودارهای TTT، عملیات حرارتی فولادها
شانزدهم	اشاره به مواد نوری، مغناطیسی، حرارتی و الکتریکی و اشاره ای به مواد پلیمری و سرامیکی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

ویدئو پرژکتور

منابع اصلی

۱. An Introduction to Materials Science and Engineering, William D. Callister, ۹th ed., John Wiley & Sons, ۲۰۱۴.
۲. Foundation of Materials Science and Engineering, W. F. Smith, J. Hashemi, ۵th ed., McGraw-Hill, ۲۰۰۹.

منابع کمکی

۱. Physical Metallurgy, S. H. Avner, ۲nd ed., McGraw-Hill, ۱۹۷۴.
۲. Physical Metallurgy Principles, R. Abbaschian, R. E. Reed-Hill, ۴th ed., Cengage Learning, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: ترمودینامیک ۱						
عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به انگلیسی: Thermodynamics ۱
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:					
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی ترمودینامیک، تعاریف اولیه در ترمودینامیک، آشنایی با قانون اول ترمودینامیک در سیستم و حجم کنترل، آشنایی با قانون دوم، مفهوم آنتروپی-برگشت ناپذیری و اگزرژی، آشنایی با وسایل تبدیل انرژی و تعریف راندمان.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف علم ترمودینامیک و کاربردهای آن، تعریف سیستم (جرم کنترل) و حجم کنترل، خصوصیات یک سیستم، چگالی، حالت ماده و تعادل
دوم	چرخه و فرایندهای ترمودینامیکی، مقیاسهای دمایی و اصل صفرم ترمودینامیک، فشار و ابزارهای اندازه گیری آن، حالت‌های انرژی، انتقال انرژی به سیستم از طریق حرارت،
سوم	انتقال انرژی از طریق کار، صورتهای مختلف کار مکانیکی، قانون اول ترمودینامیک، بازدهی وسایل تبدیل انرژی، انرژی و محیط زیست
چهارم	تعریف ماده خالص، فازهای یک ماده خالص، فرایندهای تغییر فاز مواد خالص، نمودارهای خواص مواد خالص با کاربرد در تحلیل فرایندهای تغییر فاز (منحنی‌های T-V و P-V و P-T و رویه‌های P-v-T)،
پنجم	جداول خواص ترمودینامیکی، معادله حالت گاز ایده آل، ضریب تراکم پذیری و انحراف از رفتار گاز ایده آل، سایر معادلات حالت
ششم	کار ناشی از جابجایی مرزها، تعادل انرژی برای سیستم‌های بسته، گرماهای ویژه، انرژی داخلی، انتالپی، گرماهای ویژه گاز ایده آل، گرماهای ویژه جامدات و مایعات.



هفتم	بقای جرم، کار جریان و انرژی سیال جاری، تحلیل انرژی سیستم‌های جریان دائم-حالت دائم، معرفی سیستم‌های جریان دائم پر کاربرد در مهندسی
هشتم	تحلیل انرژی فرایندهای با جریان گذرا، تحلیل انرژی سیستم‌های جریان دائم-حالت یکنواخت.
نهم	معرفی قانون دوم ترمودینامیک، منبع گرمایی، موتورهای حرارتی، یخچال و پمپ حرارتی، بیان کلوین-پلانک از قانون دوم ترمودینامیک
دهم	بیان کلازیوس از قانون دوم ترمودینامیک، ضریب کارایی، فرایندهای برگشت پذیر و برگشت ناپذیر، برگشت‌ناپذیری داخلی و خارجی
یازدهم	چرخه کارنو، موتور حرارتی کارنو، یخچال کارنو، پمپ حرارتی کارنو، مقیاس ترمودینامیکی دما.
دوازدهم	تعریف آنتروپی، اصل افزایش آنتروپی، تغییر آنتروپی در مواد خالص، فرایندهای ایزنتروپیک، منحنی‌های خواص دربردارنده آنتروپی، روابط گیبس (Tds)، تغییر آنتروپی مایعات و جامدات
سیزدهم	تغییر آنتروپی گاز ایده‌ال، محاسبه آنتروپی در حالت ثابت و متغیر بودن گرمای ویژه، فشار و حجم نسبی، کار وسایل جریان دائم در حالت برگشت‌پذیر
چهاردهم	کمینه‌سازی کار کمپرسورها، بازدهی آیزنتروپیک وسایل جریان دائم، تعادل آنتروپی، محاسبه تولید آنتروپی در سیستم و حجم کنترل.
پانزدهم	تعریف آگرژی به عنوان قابلیت کاردهی، کار برگشت پذیر و برگشت ناپذیری، بازدهی قانون دوم، تغییرات آگرژی یک سیستم، انتقال آگرژی از طریق حرارت
شانزدهم	کار و جرم، اصل کاهش آگرژی و تخریب آگرژی، تعادل آگرژی سیستم‌های بسته، تعادل آگرژی برای حجم‌های کنترل

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
---	---	۶۰	۳۰	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Thermodynamics, An Engineering Approach": Yunus A Cengel, Michael A. Boles, McGraw Hill ۸th ed ۲۰۱۴
۲. "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M. J. Moran and H. N. Shapiro, ۷th ed ۲۰۱۰
۳. "Fundamentals of Thermodynamics", C. Borgnakke; R. E. Sonntag; G. J. Van Wylen, ۱۰th ed ۲۰۱۹.



سرفصل درس: ترمودینامیک ۲							
دروس پیش نیاز: ترمودینامیک ۱ و مکانیک سیالات ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		الزامی	تخصصی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Thermodynamics ۲
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی با چرخه‌های مختلف توان و تبرید تحلیل چرخه‌ها از منظر قانون اول و دوم ترمودینامیکی، آشنایی مقدماتی با مباحث مخلوط گازها و احتراق، آشنایی مقدماتی با فرایندهای سایکرومتریک و تهویه مطبوع، آشنایی مقدماتی با جریان تراکم پذیر.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	ملاحظات اولیه در تحلیل سیکل‌های تولید توان، سیکل کارنو و ارزش مهندسی آن، مروری بر موتورهای رفت و برگشتی،
دوم	معرفی سیکل اتو با کاربرد در موتورهای احتراقی جرقه ای، معرفی سیکل دیزل با کاربرد در موتورهای احتراقی بر پایه تراکم، چرخه‌های استرلینگ و اریکسون
سوم	چرخه اتکینسون، چرخه برایتون با کاربرد در موتورهای توربین گازی، سیکل برایتون همراه با بازیاب، چرخه برایتون با سرمایش میانی- بازگرمایش و بازیاب، چرخه‌های پیشرانش جت در حالت ایده آل،
چهارم	تحلیل چرخه‌های تولید توان گازی از منظر قانون دوم چرخه بخار کارنو، معرفی چرخه رانکین، انحراف سیکل‌های بخار واقعی از حالت ایده آل، روش‌های افزایش بازدهی سیکل رانکین، سیکل رانکین ایده‌آل همراه با بازگرمایش و بازیاب،



پنجم	تحلیل قانون دوم چرخه‌های تولید توان بر پایه بخار، تولید همزمان توان و حرارت، چرخه‌های توان ترکیبی گاز-بخاریخچال‌ها و پمپ‌های حرارتی، سیکل کارنوی معکوس، سیکل‌های ایده آل تبرید تراکمی، سیکل‌های تبرید تراکمی واقعی،
ششم	تحلیل سیکل‌های تبرید تراکمی از منظر قانون دوم، انتخاب میرد مناسب‌های حرارتی، سیستم‌های نوین تبرید بر پایه تراکم بخار (سامانه‌های آبشاری، سامانه‌های چند تراکمی و چند اواپراتوری، سیکل لیند-همسون)،
هفتم	سیستم‌های تبرید گازی، سیستم‌های تبرید جذبی. روابط چهارگانه ماکسول، معادله کلاپیرون، روابط دیفرانسیلی کلی و تعمیم یافته برای تغییرات انرژی داخلی و انتالپی و انتروپی
هشتم	ضریب ژول-تامسون، تغییرات انتالپی و انرژی داخلی و انتروپی برای گازهای واقعی رفتار ترمودینامیکی مخلوط گازها بر اساس روابط ایده آل و غیر ایده آل،
نهم	جریان پرانتل-مایر در تراکم تدریجی، حداکثر زاویه پیچش جریان در امواج پرانتل-مایر، انعکاس امواج پرانتل-مایر.
دهم	خصوصیات مخلوط‌های گازی. تعیین ترکیب مخلوط‌های گازی بر اساس کسر جرمی و کسر مولی
یازدهم	هوای خشک و اتمسفریک، تعریف رطوبت نسبی و رطوبت مطلق، دمای نقطه شبنم، فرآیند اشباع ادیاباتیک و دمای حباب تر، منحنی سایکرومتریک
دوازدهم	محاسبات و تحلیل تبادل جرم و انرژی در فرایندهای مربوط به گاز مرطوب، آسایش انسان و تهویه مطبوع، فرایندهای تهویه مطبوع.
سیزدهم	سوخت و احتراق، فرایندهای احتراقی نظری و واقعی، انتالپی تشکیل و انتالپی احتراق، تحلیل قانون اول برای سیستم‌های همراه با واکنش‌های شیمیایی
چهاردهم	معیار تعادل شیمیایی، ثوابت تعادل برای مخلوط گاز ایده آل، تعادل شیمیایی برای واکنش‌های همزمان، تغییرات ثوابت تعادل واکنش با دما، تعادل فاز.
پانزدهم	خواص سکون، سرعت صوت و عدد ماخ، جریان ایزنتروپیک در نازل‌ها، امواج ضربه ای و انبساطی، جریان‌های تراکم پذیر داخل مجرا همراه با انتقال حرارت و با صرف‌نظر از اصطکاک (جریان رایلی)،
شانزدهم	جریان‌های تراکم پذیر داخل مجرا همراه با اصطکاک و با صرف‌نظر از انتقال حرارت (جریان فانو)، نازل‌های بخار



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
---	---	۶۰	۳۰	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. “Thermodynamics, An Engineering Approach”: Yunus A Cengel, Michael A. Boles, McGraw Hill ۸th ed ۲۰۱۴
۲. “Fundamentals of Engineering Thermodynamics”, M. J. Moran and H. N. Shapiro, ۷th ed ۲۰۱۰
۳. “Fundamentals of Thermodynamics”, C. Borgnakke; R. E. Sonntag; G. J. Van Wylen, ۱۰th ed ۲۰۱۹.



سرفصل درس: آزمایشگاه ترمودینامیک							
دروس پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه ترمودینامیک
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Thermodynamics Laboratory
	تعداد واحد عملی: ۱						
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعدا واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

مطالعه عملی مبانی و تئوری های مورد استفاده در تحلیل سیستم های ترمودینامیک، مشاهده عملی نحوه کارکرد چرخه‌های تبرید و توان.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول و دوم	آزمایش نازل همگرا و واگرا
دوم و سوم	آزمایش تهویه مطبوع
پنجم	آزمایش سیکل تبرید جذبی
ششم و هفتم	آزمایش کمپرسور یک مرحله ای و دو مرحله ای
هشتم	آزمایش سیکل تبرید و تراکمی
نهم	آزمایش بویل-ماربوت
دهم و یازدهم	آزمایش سیکل نیروگاه توربین گازی
دوازدهم و سیزدهم	آزمایش نیروگاه بخار رومیزی



چهاردهم و پانزدهم	آزمایش راندمان بویلرهای نیروگاهی
شانزدهم	جمع بندی و ارزیابی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
-	-	۵۰	۵۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Thermodynamics, An Engineering Approach": Yunus A Cengel, Michael A. Boles, McGraw Hill ۸th ed ۲۰۱۴
۲. "Fundamentals of Engineering Thermodynamics", M. J. Moran and H. N. Shapiro, ۷th ed ۲۰۱۰
۳. "Fundamentals of Thermodynamics", C. Borgnakke; R. E. Sonntag; G. J. Van Wylen, ۱۰th ed ۲۰۱۹.



سرفصل درس: مکانیک سیالات ۱						
عنوان درس به فارسی: مکانیک سیالات ۱	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
				اختیاری	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی: Fluid Mechanics ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با تعاریف و مفاهیم اولیه در مکانیک سیالات، تحلیل هیدرواستاتیکی، ارایه قوانین حاکم بر جریان سیال به فرم انتگرالی و کاربرد آنها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مفهوم پیوستگی در سیالات، تعریف فشار، تنش برشی، لزجت، جرم و وزن مخصوص، قابلیت تراکم و سرعت صوت، کشش سطحی و فشار بخار
دوم	تغییرات فشار در سیال، نیروی هیدرواستاتیکی وارد بر سطوح صاف و منحنی، هرم فشار، نیروی شناوری، پایداری اجسام شناور و غوطه‌ور،
سوم	
چهارم	
پنجم	مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات:
ششم	مختصات خط جریانی، قانون دوم نیوتن در راستای خط جریان و عمود بر آن، معادله برنولی، فشار استاتیک، دینامیک، سکون و کل
هفتم	
هشتم	سینماتیک سیالات:
نهم	خطوط جریان، رگه و مسیر، لوله جریان، اصل بقای جرم، دیدگاه‌های اویلری و لاگرانژی، مشتق مادی، قضیه انتقال رینولدز
دهم	آنالیز حجم کنترلی جریان:



قوانین بقای جرم، اندازه حرکت خطی و زاویه‌ای، قانون اول ترمودینامیک	یازدهم
	دوازدهم
تحلیل ابعادی، تشابه و مدل‌سازی:	سیزدهم
قضیه پی باکینگهام، نحوه انجام تحلیل ابعادی، اعداد بدون بعد مهم، تشابه و مطالعات مدلی	چهاردهم
جریان در لوله: جریان آرام و آشفته، مفهوم جریان توسعه یافته و در حال توسعه، جریان پوآزوی، افت	پانزدهم
اصطکاکی در لوله‌ها، افت‌های موضعی، تحلیل سیستم لوله‌های سری و موازی	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Fundamentals of fluid mechanic": B.R. Munson, John Wiley & Sons, ۲۰۱۶.
۲. "Fluid Mechanics": F.M. White, McGrawHill, ۲۰۱۷.
۳. "Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications": Y. A., Cengel and J.M. Cimbala, McGrawHill, ۲۰۱۳.
۴. "Mechanics of fluids": I. H. Shames, McGrawHill, ۲۰۰۳



سرفصل درس: مکانیک سیالات ۲							
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک سیالات ۲
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Fluid Mechanics ۲
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با فرم دیفرانسیلی معادلات حاکم بر جریان، آشنایی با حل های دقیق فرم دیفرانسیلی در جریان های داخلی، معرفی فرم های خاص معادلات حاکم در جریان های خارجی و جریان های ایده آل ، آشنایی با جریان های تراکم پذیر و جریان های روباز، آشنایی مقدماتی با توربوماشین ها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	جریان سیال ایده‌ال:
دوم	معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان غیرلزج، تعریف چرخش، ورتیسیته، جریان غیرچرخشی، توابع جریان و پتانسیل، الگوی جریان دوبعدی، معادله برنولی در جریان غیرچرخشی، الگوهای ساده جریان‌های غیرچرخشی، برهم‌نهی الگوها
سوم	
چهارم	
پنجم	جریان سیال ویسکوز:
ششم	معادلات دیفرانسیل حاکم بر جریان سیال حقیقی، رژیم جریان آرام و آشسته، معادلات ناویر-استوکس، حل تحلیلی چند جریان
هفتم	مقدمه‌ای بر تئوری لایه مرزی:
هشتم	مفاهیم پایه لایه مرزی، معادلات لایه مرزی پرنتل و حل دقیق بلازیوس، ضرایب پسا و برا
نهم	

مقدمه‌ای بر جریان تراکم‌پذیر:	دهم
معرفی رژیم‌های مختلف سرعت، روابط آیزنتروپیک، امواج ضربه‌ای و انبساطی، جریان در نازل‌ها و دیفیوزرها	یازدهم
مقدمه‌ای بر جریان در کانال‌های باز:	دوازدهم
جریان‌های مادون بحرانی و مافوق بحرانی، جریان یکنواخت در کانال، پرش هیدرولیکی، تشابه و مقایسه جریان‌های در کانال‌های باز، جریان سیال قابل تراکم و کاربرد آن.	سیزدهم
معرفی وسایل اندازه‌گیری؛ مانومتر، سرریز، اریفیس، ونتوری، رتامتر، اندازه‌گیری لزجت، فشار، دبی و سرعت.	چهاردهم
مقدمه‌ای بر توربوماشین‌ها:	پانزدهم
معرفی انواع توربوماشین‌ها، مثلث سرعت‌ها، معادله کار اوپلر، معرفی توربین‌های پلتون، کاپلان، پمپ‌های شعاعی، و محوری، معرفی کلی انواع کمپرسورها و اشاره‌ای به تاسیسات مربوطه.	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Fundamentals of fluid mechanic": B.R. Munson, John Wiley & Sons, ۲۰۱۶.
۲. "Fluid Mechanics": F.M. White, McGrawHill, ۲۰۱۷.
۳. "Fluid Mechanics, Fundamentals and Applications": Y. A., Cengel and J.M. Cimbala, McGrawHill, ۲۰۱۳.
۴. "Mechanics of fluids": I. H. Shames, McGrawHill, ۲۰۰۳



سرفصل درس: آزمایشگاه مکانیک سیالات							
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۲	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه مکانیک سیالات
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۳۲	
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		عنوان درس به انگلیسی: Fluid Mechanics Laboratory	
	تعداد واحد عملی: ۱						
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعدا واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی عملی با مفاهیم و تئوری های مکانیک سیالات، مشاهده تجربی پدیده های موجود در مکانیک سیالات.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	اندازه گیری دبی به کمک ابزارهای گوناگون، مطالعه تجربی هیدرواستاتیک و غوطه وری
دوم	آزمایش برنولی، کاویتاسیون
سوم	اندازه گیری ضریب درگ و مطالعه لایه مرزی در جریان داخل تونل باد
چهارم	جریان در لوله ها و افت های اصطکاکی و موضعی،
پنجم	جریان های گردابی آزاد و اجباری، مطالعه و اندازه گیری نیروی وارد بر اجسام از طرف جریان سیال
ششم	مطالعه عملکرد فن های سانتریفیوژ
هفتم	پمپ های سری و موازی
هشتم	مقایسه عملکرد پمپ های دورانی و جابجایی مثبت

ارزشیابی:



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
-	۵۰	۵۰	-	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Introduction to Fluid Mechanics" Fox and McDonald, Eighth Edition, John Wiley & Sons ۲۰۱۱.
۲. "Fundamentals of Fluid Mechanics", Munson, Young, and Okiishi, John Wiley & Sons, ۲۰۱۶.
۳. "Fluid Mechanics": Frank. M. White, Eighth Edition, John Wiley & Sons, ۲۰۱۷.



سرفصل درس: طراحی اجزاء ۱						
عنوان درس به فارسی: طراحی اجزاء ۱	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Mechanical Engineering Design I
	الزامی	تخصصی	دروس پیش نیاز:			
			مقاومت مصالح ۲ - دینامیک			
			تعداد واحد نظری: ۳			
			تعداد واحد عملی:			
اختیاری		تعداد واحد نظری:				
		تعدا واحد عملی:				
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

در این درس دانشجویان اصول و مفاهیم طراحی قطعات مکانیکی برای تحمل نیروهای خارجی را می آموزند. آنها ابتدا طراحی قطعات تحت اثر تنش‌های ایستا و تنش‌های نوسانی را فرا خواهند گرفت و سپس با تئوری‌های متعدد و مهم ارایه شده برای بررسی گسیختگی مواد نرم و ترد تحت اثر تنش‌های ایستا و نوسانی آشنا خواهند شد. در ادامه دانشجویان با اصول و نحوه طراحی محور چرخان، طراحی اتصالات غیر دائم (شامل پیچ‌ها، طراحی پرچ‌ها)، طراحی جوش (از دیدگاه تحلیل استحکام) و طراحی فنرها آشنا خواهند شد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر اصول طراحی
دوم	مواد و مصالح مهندسی (نمودار تنش- کرنش، مواد نرم و مواد ترد)
سوم	مقدمه‌ای بر مقاومت مصالح و تحلیل تنش
چهارم	تغییر شکل (Deflection)
پنجم	طراحی بر اساس تنش‌های ثابت



ششم	الف) تئوریهای گسیختگی برای مواد نرم ب) تئوریهای گسیختگی برای مواد ترد
هفتم	طراحی بر اساس تنش‌های نوسانی
هشتم	الف) پدیده خستگی و آزمایش خستگی
نهم	ب) تئوریهای خستگی
دهم	طراحی محورها (شافت)، طراحی خار + طراحی پین
یازدهم	
دوازدهم	
سیزدهم	طراحی پیچ ها و پرچ ها و اتصالات غیر دائم
چهاردهم	
پانزدهم	طراحی جوش (تحلیل استحکام)
شانزدهم	طراحی فنرها

ارزشیابی:

پروژه درسی	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اجباری	اختیاری	۵۰٪	۳۵٪	۱۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- Richard Budynas , Keith Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design (McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering) ۱۱th Edition, ISBN ۹۷۸-۰۰۷۳۳۹۸۲۱۱, ۲۰۱۹.
- ۲- Norton, R.L., Machine Design an Integrated Approach, ۳rd Ed., Pearson Prentice Hall.
- ۳- Collins, J.A., Mechanical Design of Machine Elements and Machines, John Wiley and Sons.



سرفصل درس: طراحی اجزاء ۲								
دروس پیش نیاز: طراحی اجزاء ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: طراحی اجزاء ۲		
	تعداد واحد عملی:				۳			
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Mechanical Engineering Design II		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:	اختیاری						
	تعداد واحد عملی:							
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد								

اهداف درس:

در این درس دانشجویان در ادامه مباحث ارائه شده در درس "طراحی اجزاء یک" با اصول و نحوه طراحی و انتخاب یاتاقانهای غلتشی مطابق با استاندارد و یا کاتالوگ های سازنده، اصول طراحی یاتاقانهای لغزشی، طراحی چرخنده های ساده، مارپیچ (هلیکال)، طراحی چرخنده های حلزونی و مخروطی، طراحی المانهای انتقال قدرت (تسمه ها، زنجیرها، و کابل)، ترمز و کلاچ و کوپلینگ ها آشنا خواهند شد. همچنین در انتها دانشجویان با تولرانسها، انطباقات، استانداردها و نحوه استفاده از آنها آشنایی مختصری پیدا خواهند کرد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	یاتاقانهای غلتشی
دوم	
سوم	یاتاقانهای لغزشی
چهارم	



طراحی چرخنده‌های ساده، مارپیچ (هلیکال)	پنجم
	ششم
	هفتم
طراحی چرخنده‌های حلزونی و مخروطی	هشتم
	نهم
طراحی المانهای انتقال قدرت (تسمه‌ها، زنجیرها، و کابل)	دهم
	یازدهم
	دوازدهم
ترمز و کلاچ و کوپلینگ‌ها	سیزدهم
	چهاردهم
تولرانسها و انطباقات	پانزدهم
آشنایی با استانداردها و نحوه استفاده از آنها	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه درسی	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اجباری	اختیاری	۵۰٪	۳۵٪	۱۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- Richard Budynas , Keith Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design (McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering) ۱۱th Edition, ISBN ۹۷۸-۰۰۷۳۳۹۸۲۱۱, ۲۰۱۹.
- ۲- Norton, R.L., Machine Design an Integrated Approach, ۳rd Ed., Pearson Prentice Hall.
- ۳- Collins, J.A., Mechanical Design of Machine Elements and Machines, JohnWiley and Sons.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقاومت مصالح ۲						
دروس پیش نیاز: مقاومت مصالح ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح ۲
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Mechanics of materials II
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

هدف اصلی درس مقاومت مصالح ۲ آشنائی با موضوعاتی چون خمش تیرها، پایداری سازه‌ها و روش‌های انرژی، انرژی کرنشی و قضیه کاستیگلیانو است.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تغییر شکل تیرها - قضایای گشتاور سطح
دوم	کاربرد قضایای سطح در تیرهای متقارن و یک سر درگیر
سوم	کاربرد قضایای سطح در تیرهای با بارگذاری نامتقارن
چهارم	کاربرد قضایای سطح در تحلیل تیرهای نامعین استاتیکی
پنجم	کاربرد روش بر نهی
ششم	روش کار مجازی در اثر جابجایی مجازی
هفتم	پایداری سازه‌ها
هشتم	فرمول اویلر و تعمیم آن برای کمانش ستونها با شرایط مرزی مختلف



نهم	و فرمول سکانت بارگذاری خارج از مرکز
دهم	طراحی ستونها
یازدهم	روش‌های انرژی، انرژی کرنشی
دوازدهم	بار گذاری ضربه ای، طراحی سازه‌ها تحت بار ضربه ای
سیزدهم	قضیه کاستیگلیانو
چهاردهم	سازه‌های استاتیکی نامعین
پانزدهم	یافتن تغییر مکان و شیب با کمک قضیه کاستیگلیانو
شانزدهم	روش کار مجازی در اثر نیروی مجازی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Beer, F. P., E. R. Johnson, J. T. DeWolf and D. F. Mazurek. "Mechanics of materials", McGraw-Hill Education, ۲۰۲۰.
۲. Gere J. M. and B. J. Goodno "Mechanics of Materials", Cengage Learning, ۲۰۲۰.
۳. Hibbeler, R. C. and S. C. Fan. "Statics and mechanics of materials". Upper Saddle River: Prentice Hall, ۲۰۱۶.
۴. Popov E. P. "Engineering Mechanics of Solids", Pearson, ۱۹۹۸.
۵. Benham P. P. and R. J. Crawford, "Mechanics of Engineering Materials" Longman Science & Technical, ۱۹۹۶.
۶. Timoshenko S. "Strength of Materials", McGraw-Hill Education, ۱۹۴۸



سرفصل درس: آزمایشگاه مقاومت مصالح								
عنوان درس به فارسی: آز مقاومت مصالح	تعداد واحد: ۱	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Mechanics of materials laboratory		
	دروس پیش نیاز: مقاومت مصالح ۲	تعداد واحد نظری:	الزامی		تخصصی			
		تعداد واحد عملی:						
		تعداد واحد نظری:	اختیاری					
		تعدا واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد								

اهداف درس:

هدف اصلی درس آزمایشگاه مقاومت مصالح بررسی تجربی مفاهیم آموخته شده در درس مقاومت مصالح است. در این درس دانشجویان مفاهیمی نظیر تنش، کرنش، خمش، پیچش و برش را به صورت عملی مورد مطالعه قرار می دهند. همچنین آزمایشهایی در رابطه با خمش تیرها، تنش در مخازن جدار نازک و چقرمگی شکست مواد انجام می دهند تا به صورت شهودی کاربرد روابط آموخته شده را درک کنند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آزمایش کشش
دوم	آزمایش برش



سوم	آزمایش پیچش
پنجم	آزمایش سختی
ششم	آزمایش بررسی خیز در تیر های یک سر گیردار
هفتم	آزمایش بررسی خیز در تیرهای دو سر مفصل
هشتم	آزمایش خستگی
نهم	آزمایش برش در لاستیکها
دهم	آزمایش ضربه
یازدهم	آزمایش اندازه گیری مدول الاستیسیته و ضریب پوآسون با استفاده از کرنش سنج
دوازدهم	آزمایش اندازه گیری ضریب تمرکز تنش با استفاده از کرنش سنج
سیزدهم	آزمایش مطالعه خمش، پیچش و برش با استفاده از کرنش سنج
چهاردهم	آزمایش مخازن جدار نازک تحت فشار
پانزدهم	آزمایش بررسی اثر فاکتور شکل هندسی در خیز تیر طره
شانزدهم	آزمایش تعیین مرکز برش در تیر طره

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

دستگاه تست کشش	دستگاه سختی سنجی	مجموعه تست و اندازه گیری برش لاستیک
دستگاه تست برش	مجموعه تست و اندازه گیری خمش	مجموعه تست و اندازه گیری با کرنش سنج



	تیرها	
مجموعه تست و اندازه گیری خمش تیر طره	دستگاه تست ضربه	دستگاه تست خمش
	دستگاه تست مخزن جدار نازک	دستگاه تست خستگی

منابع اصلی

- ۱- Beer, F. P., E. R. Johnson, J. T. DeWolf and D. F. Mazurek. "Mechanics of materials", McGraw-Hill Education, ۲۰۲۰.
- ۲- Gere J. M. and B. J. Goodno "Mechanics of Materials", Cengage Learning, ۲۰۲۰.
- ۳- Hertzberg R.W., Vinci R. P., Hertzberg J. L., "Deformation and fracture mechanics of engineering materials", Fifth edition, ۲۰۱۲.
- ۴- Hibbeler, R. C. and S. C. Fan. "Statics and mechanics of materials". Upper Saddle River: Prentice Hall, ۲۰۱۶.
- ۵- Callister, W. D., Rethwisch, D. G., "Materials science and engineering: an introduction", ۱۰th edition, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: انتقال حرارت ۱							
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۲ (همنیاز) و ترمودینامیک ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت ۱
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Heat Transfer ۱
	تعداد واحد نظری: ۳		تخصصی				
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:						
	تعدا واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی با مبانی انتقال حرارت، شناخت مکانیزم انتقال حرارت هدایتی یک بعدی و چند بعدی، شناخت مقدماتی انتقال حرارت جابجایی، آشنایی با انتقال حرارت تشعشعی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	چرایی و چگونگی انجام انتقال حرارت، توضیح مقدماتی روش های انتقال حرارت هدایتی، جابجایی، تشعشعی، ارتباط انتقال حرارت با قوانین اول و دوم ترمودینامیک
دوم	ارتباط انتقال حرارت با قوانین اول و دوم ترمودینامیک، معادله نرخ هدایت حرارتی،
سوم	خصوصیات حرارتی ماده (معرفی ضریب هدایت حرارتی)، معادله پخش حرارت، شرایط مرزی و اولیه،
چهارم	هدایت حرارتی دائمی در عرض دیوار، تحلیل هدایت حرارتی معادل، مفهوم مقاومت حرارتی،
پنجم	هدایت حرارتی یک بعدی در جهت شعاعی، هدایت همراه با چشمه حرارتی،
ششم	انتقال حرارت از سطوح توسعه یافته، انتقال حرارت هدایتی در بافتهای زیستی، سلولهای ترموالکتریک و فیلمهای نازک میکرو و نانومتری
هفتم	مروری بر روش های حل معادله هدایت دو بعدی،
هشتم	روش جدایی متغیرها ضریب شکلی هدایت حرارتی و نرخ انتقال حرارت بی بعد، معرفی روش



تفاضل محدود و حل معادله هدایت دو بعدی به کمک روش تفاضل محدود	
روش ظرفیت حرارتی فشرده، روش تعیین اعتبار تحلیل ظرفیت حرارتی فشرده، تعمیم تحلیل ظرفیت حرارتی فشرده در حالت کلی‌تر، حل‌های دقیق و تقریبی از هدایت حرارتی همراه با شرط مرزی جابجایی (دکارتی و شعاعی)	نهم
هدایت حرارتی در جامد نیمه بی نهایت هدایت حرارتی در اجسام با دمای بیرونی ثابت یا شار حرارتی ثابت	دهم
لایه مرزی جابجایی، ضرایب جابجای موضعی و متوسط، لایه مرزی آرام و آشفته	یازدهم
معادلات لایه مرزی، حل‌های تشابهی،	دوازدهم
تفسیر فیزیکی پارامترهای بی بعد، آنالوژی‌های لایه مرزی.	سیزدهم
مفاهیم پایه تشعشع، شار حرارتی تشعشع، شدت تشعشع، تشعشع جسم سیاه (توزیع پلانک، قانون جابجایی وین، قانون استفان-بولتزمن)	چهاردهم
گسیل تشعشع از سطوح واقعی، جذب-انعکاس-عبور از سطوح واقعی	پانزدهم
قانون کرشف، سطوح خاکستری، تشعشع محیطی، ضریب شکل، معادله تبادل حرارت تشعشعی بین سطوح سیاه و بین سطوح واقعی	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۶۰	۳۰	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Fundamentals of Heat and Mass Transfer": Theodore L. Bergman; Adrienne S. Lavine Frank; P. Incropera; David P. DeWitt, John Wiley and Sons, ۲۰۱۷.
۲. "Heat Transfer": Jack Philip Holman, McGraw-Hill, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: دینامیک ماشین						
دروس پیش نیاز: دینامیک	تعداد واحد نظری: ۳		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: دینامیک ماشین
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:		الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Machine dynamics
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:		اختیاری			
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

از آنجا که ساخت ماشین ها برای کاربردهای مختلف بخش مهمی از مهندسی مکانیک است، در این درس دانشجویانبا تحلیل عملکرد سینماتیکی و دینامیکی ماشین ها آشنا می شوند. مباحث مختلف در تحلیل حرکت و تحلیل نیرویی ماشین ها در این درس گنجانده شده است. در این درس اجزای اصلی ماشین ها و مکانیزم ها معرفی می شود و اصول تحلیل آنها با نگاهی به مباحث مهم در طراحی ماشین مطرح می گردد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با ماشین ها و کاربرد آنها، تعاریف، انواع ماشین، انتقال حرکت، مزیت مکانیکی، بازده
دوم	انواع اتصالات، قیود حرکتی، درجه آزادی
سوم	مکانیزم چهار میلۀ ای، قوانین گرافش، مکانیزم لنگ و لغزنده، سایر مکانیزم های پر کاربرد
چهارم	آنالیز موقعیت در مکانیزم ها، روش ترسیمی و روش تحلیلی
پنجم	تعیین سرعت در مکانیزم ها، روش ترسیمی، روش تحلیلی



ششم	مراکز آنی دوران و روش تعیین سرعت به روش مرکز آنی
هفتم	تعیین شتاب در مکانیزم ها، روش ترسیمی، روش تحلیلی
هشتم	بادامک و پیرو، انواع بادامک، تحلیل حرکت، طراحی بادامک
نهم	روش های حل عددی، برنامه نویسی و آشنایی با یکی از نرم افزارهای تحلیل دینامیکی
دهم	چرخ دنده ها، پروفیل دندانه، چرخ دنده های استاندارد، انواع چرخ دنده، حلزون و چرخ حلزون
یازدهم	جعبه دنده های ساده و خورشیدی
دوازدهم	انواع کوپلینگ، کوپلینگ صلب و انعطاف پذیر، الاینمنت کوپلینگ ها، اتصال کاردان، اتصال سرعت ثابت
سیزدهم	تحلیل نیروهای استاتیکی و دینامیکی در ماشین ها
چهاردهم	توازن و بالانس جرمهای گردان، بالانس استاتیکی و دینامیکی
پانزدهم	توازن جرمهای رفت و برگشتی، دینامیک موتورهای احتراقی رفت و برگشتی، ترتیب احتراق
شانزدهم	کلاچ، چرخ لنگر، محاسبات چرخ لنگر

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. J. J. Uicker , G. R. Pennock and J.E. Shigley , Theory of Machines and Mechanism, ۵th edition, Oxford University Press, ۲۰۱۶
۲. Kenneth J. Waldron, Gary L. Kinzel, Sunil K. Agrawal, Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery, ۳rd Ed., John Wiley & Sons, ۲۰۱۶
۳. R. Norton, Design of Machinery, McGraw-Hill Education; ۵th edition, ۲۰۱۱
۴. Kevin Russell, Qiong Shen, Raj S. Sodhi, Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems: Implementation in MATLAB and SimMechanics, CRC Press, Taylor & Francis, ۲۰۱۸



سرفصل درس: ارتعاشات مکانیکی							
دروس پیش نیاز: دینامیک- ریاضی مهندسی	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: ارتعاشات مکانیکی	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Mechanical vibration	
	تعداد واحد عملی:						تخصصی
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

ارتعاشات صرف نظر از کاربردهای صنعتی آن معمولا به عنوان یک عامل مخرب در سازه‌ها و ماشین‌ها رخ می‌دهد. بر این اساس در یک طراحی خوب باید تا حد امکان مقدار ارتعاش را کاهش داد و از بروز تشدید اجتناب نمود. در این درس نحوه ی مدلسازی سیستم های واقعی و پیچیده ی فیزیکی با مدل های ساده شده ی ریاضی و قابل استفاده در مهندسی را می آموزند. یادگیری تکنیک حل مسأله و برخورد با مسائل واقعی یکی از مهارت های مورد نیاز در مهندسی است که دانشجویان در این درس فرا می گیرند. توانایی حل معادلات ریاضی بر اساس آموخته های قبلی دانشجویان در معادلات دیفرانسیل و استفاده از رایانه برای حل عددی از دیگر اهداف این درس است. علاوه بر آن مطالبی نظیر بالانس شفت ها، ایزولاسیون و جذب ارتعاشات به عنوان روش های کاهش دامنه ی ارتعاش تشریح می گردد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مفاهیم کلی، تعاریف و کاربردها، حرکت هارمونیک، نمایش مختلط، سری فوریه
دوم	سیستم یک درجه آزادی، سفتی معادل، ارتعاشات آزاد، مفهوم فرکانس طبیعی، روش انرژی، شرایط اولیه
سوم	میرایی، ارتعاشات آزاد میرا، انواع میرایی، میرایی معادل



چهارم	ارتعاشات اجباری سیستمها با یک درجه آزادی، پاسخ به تحریک هارمونیک، پاسخ همگن و خصوصی
پنجم	مفهوم نامیزانی، پاسخ نامیزانی، لنگ زنی شفت
ششم	تحریک از پایه، ایزولاسیون ارتعاشات، سنسورهای ارتعاشی
هفتم	پاسخ به تحریک های تناوبی با استفاده از بسط فوریه
هشتم	پاسخ ضربه، ارتعاشات گذرای سیستم یک درجه آزادی به روش انتگرال کانولوشن
نهم	حل عددی معادلات ارتعاشی
دهم	ارتعاشات آزاد و اجباری سیستمها با دو یا چند درجه آزادی
یازدهم	شکل مود ارتعاشی، روش حل ماتریسی، ماتریس جرم و سفتی، جفت شدگی مختصات
دوازدهم	تعامد مودها، قطری کردن ماتریس ها، ماتریس میرایی، میرایی تناسبی، جاذب های دینامیکی ارتعاشات
سیزدهم	معادلات لاگرانژ و استفاده از آن برای سیستمهای چند درجه آزادی
چهاردهم	اندازه گیری ارتعاشات، آشنایی با پایش وضعیت و عیب یابی بر اساس ارتعاشات
پانزدهم	مقدمه ای بر ارتعاشات سیستمهای پیوسته، ارتعاشات تار کشیده، ارتعاشات طولی میله، ارتعاشات پیچشی شفت
شانزدهم	ارتعاشات عرضی تیرها، روش های تقریبی محاسبه ی فرکانس طبیعی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Rao, S.S., "Mechanical Vibrations", ۶th Ed., Prentice Hall, ۲۰۱۶
- ۲- Inman, D.J. "Engineering Vibration ", ۴th Ed., Pearson, ۲۰۱۳
- ۳- Ginsberg, J.H., "Mechanical and Structural Vibrations: Theory and Applications", Wiley, ۲۰۱۳
- ۴- H. Benaroya, M. Nagurka, S. Han, "Mechanical Vibration: Analysis, Uncertainties, and Control", ۴th Ed., CRC press, ۲۰۱۷
- ۵- A. Shabana, "Vibration of Discrete and Continuous Systems", ۳rd Ed., Springer, ۲۰۱۹
- ۶- Meirovitch, L., "Fundamentals of Vibration", McGraw-Hill, ۲۰۰۱
- ۷- Thomson, W.T. and Dahleh, M.D. "Theory of Vibration with Applications", ۵th Ed., Prentice-Hall, ۱۹۹۷



سرفصل درس: آزمایشگاه دینامیک و ارتعاشات								
عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه دینامیک و ارتعاشات	تعداد واحد: ۱	پایه		نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Dynamics and Vibration Laboratory			
	تعداد ساعت: ۳۲	الزامی	تخصصی					
							اختیاری	
		تعداد واحد نظری:						تعداد واحد عملی:
		تعداد واحد نظری:						تعداد واحد عملی: ۱
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد								
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال سوم به بعد								

اهداف درس:

انجام عملی آزمایش ها در درک بهتر دانشجویان از مطالب تئوری آموخته شده در دروس دینامیک، ارتعاشات و دینامیک ماشین کمک می نماید. دانشجویان در این درس پدیده های فیزیکی شامل حرکت و ارتعاش را مشاهده می نمایند و مفاهیمی نظیر رزونانس و فرکانس طبیعی را به صورت ملموس درک می نمایند. همچنین دانشجویان با برخی قطعات و اجزای پرکاربرد در صنایع آشنا می گردند. توانایی اندازه گیری ابعادی، خواص اینرسی، اندازه گیری دینامیکی جزو اهداف اصلی درس می باشد. توانایی ثبت دقیق اطلاعات، تحلیل خطاها، تقریب مهندسی، مدلسازی اجسام، گزارش نویسی و کارگروهی از دیگر اهداف این درس است.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	نکات عملی و ایمنی کار در آزمایشگاه، ابزارها، اصول گزارش نویسی
دوم	ارتعاش آزاد سیستمهای یک درجه آزادی با استهلاک و بدون استهلاک، فرکانس طبیعی و کاهش لگاریتمی
سوم	ارتعاش اجباری سیستمهای یک درجه آزادی با استهلاک و بدون استهلاک و مفهوم رزونانس



چهارم	ارتعاشات پیچشی میله‌ها، سفتی پیچشی، اینرسی دورانی
پنجم	انرژی جنبشی خطی و دورانی، تبدیل انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی، اتلاف انرژی اصطکاکی
ششم	ارتعاشات عرض تیرها، تعیین فرکانسهای طبیعی و شکل مودهای آن
هفتم	سیستم های دو درجه آزادی، جاذب دینامیکی ارتعاشات
هشتم	لنگ زنی و سرعت بحرانی محورهای دوار، اندازه گیری ارتعاشات
نهم	اندازه گیری نیروی گریز از مرکز و شتاب کوریولیس
دهم	ژیروسکوپ و گشتاور ژيروسکوپ
یازدهم	اصول و عملکرد گاورنر گریز از مرکز
دوازدهم	توازن دینامیکی اجرام دوار
سیزدهم	آشنایی با انواع کوپلینگ نظیر اتصال کاردان و یونیورسال، همراستاسازی شفت ها
چهاردهم	کارکرد مکانیزم ها
پانزدهم	ماشینهای ساده شامل سیستم چرخ دنده ساده و خورشیدی، حلزون و چرخ حلزون
شانزدهم	بادامک، کلاچ، ترمز، پولی، تسمه و سایر اجزای ماشین ها

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	-	۵۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Rao, S.S., "Mechanical Vibrations", ۶th Ed., Prentice Hall, ۲۰۱۶
- ۲- ۱- J. L. Meriam, L. G. Kraige, J.N. Bolton "Engineering Mechanics: Dynamics", ۹th Edition, ۲۰۱۸, John Wiley
- ۳- Kenneth J. Waldron, Gary L. Kinzel, Sunil K. Agrawal, Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery, ۳rd Ed., John Wiley & Sons, ۲۰۱۶



سرفصل درس: کنترل اتوماتیک							
دروس پیش نیاز: ارتعاشات مکانیکی	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کنترل اتوماتیک	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Automatic Control	
	تعداد واحد عملی:						تخصصی
	تعداد واحد نظری:		اختیاری				
	تعداد واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

هدف از ارائه این درس، آشنایی دانشجویان با سیستم‌های کنترل پسخوراند، نمایش تابع (ماتریس) تبدیل و فضای حالت، روش‌های تحلیل رفتار گذرا و حالت ماندگار و بررسی پایداری آن‌ها است. در ضمن، پس از تحلیل سیستم‌ها به روش‌های مکان هندسی ریشه و پاسخ فرکانسی، طراحی یکی از روش‌های کنترل کلاسیک (PID) به دانشجویان آموزش داده خواهد شد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و تعاریف اولیه: سیستم‌های خطی و غیرخطی، سیستم‌های متغیر با زمان و نامتغیر با زمان، سیستم‌های کنترلی حلقه باز و حلقه بسته (فیدبک)
دوم	مروری بر مفاهیم تبدیل لاپلاس
سوم	تابع تبدیل سیستم‌های تک ورودی-تک خروجی، تعریف مرتبه سیستم‌ها، ماتریس تبدیل سیستم‌های چند ورودی-چند خروجی



چهارم	نمودارهای جعبه‌ای، روش‌های ساده‌سازی نمودارهای جعبه‌ای
پنجم	نمایش سیستم‌ها به فرم فضای حالت، ارتباط میان تابع (ماتریس) تبدیل و نمایش فضای حالت
ششم	مدلسازی سیستم‌های مکانیکی
هفتم	مدلسازی سیستم‌های الکتریکی
هشتم	مدلسازی سیستم‌های سیالاتی (سطح-مایع)، سیستم‌های معادل
نهم	رفتار گذرای سیستم‌ها نسبت به ورودی‌های مختلف، معرفی مشخصه‌های کمی پاسخ گذرا نسبت به ورودی پله واحد
دهم	معرفی قطب‌های غالب، تعریف پایداری سیستم‌ها، معرفی معیار پایداری راث، پایداری سیستم‌های کنترل در فضای حالت
یازدهم	خطای حالت ماندگار سیستم‌ها نسبت به ورودی‌های مختلف، تعریف نوع سیستم‌ها
دوازدهم	تحلیل سیستم‌ها به روش مکان هندسی ریشه‌ها: مفاهیم اولیه، شرایط اندازه و زاویه
سیزدهم	تحلیل سیستم‌ها به روش مکان هندسی ریشه‌ها: قوانین ترسیم مکان هندسی ریشه‌ها
چهاردهم	تحلیل سیستم‌ها به روش‌های پاسخ فرکانسی: مفاهیم اولیه، نمودارهای بود
پانزدهم	تحلیل سیستم‌ها به روش‌های پاسخ فرکانسی: نمودارهای نایکویست و نیکولز، معیار پایداری نایکویست، حاشیه فاز و حاشیه بهره
شانزدهم	طراحی کنترل‌کننده‌های PID: روش‌های زیگلر-نیکولز

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



۱. K.Ogata, Modern Control Engineering, ۳th Edition, Pearson Education, ۲۰۱۱.
۲. N.S. Nise, Control Systems Engineering, John Wiley & Sons, ۲۰۱۹.
۳. F. Golnaraghi, B.C. Kuo, Automatic Control Systems, ۱۰th Edition, McGraw-Hill Education, ۲۰۱۷.
۴. R.C. Dorf, R.H. Bishop, Modern Control Systems, ۱۳rd Edition, Pearson, ۲۰۱۷.



سرفصل درس: مبانی مهندسی برق ۱							
عنوان درس به فارسی: مبانی مهندسی برق ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به انگلیسی: Fundamentals of electrical engineering ۱	
							تعداد واحد عملی:
	دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی		تخصصی		
		تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	اختیاری				
		تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: دوم به بعد							

اهداف درس:

شناخت اصول و مبانی الکترونیک قدرت، آشنایی با اجزاء مدارهای قدرت و مدارهای منطقی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	یادآوری قوانین فیزیک الکتریسیته، انرژی و توان
دوم	
سوم	مدارهای جریان مستقیم و اجزاء آن شامل مقاومت، خازن، خودالقاء و خودالقاء متقابل، بیان ریاضی و فیزیکی آنها
چهارم	
پنجم	ترکیب موازی و سری مقاومتها خازنها و سلفها، مدارهای جریان متناوب سینوسی تکفاز
ششم	
هفتم	توان حقیقی، توان مجازی، توان ظاهری، ضریب توان، جریان متناوب سه فاز،
هشتم	
نهم	اتصالهای ستاره و مثلث، اعداد مختلط
دهم	
یازدهم	نمودارهای جریان ولتاژ و امپدانس در مدارهای تکفاز و سه فاز، دستگاههای اندازه گیری
دوازدهم	
سیزدهم	روشهای اندازه گیری جریان، ولتاژ و امپدانس در جریانهای دائم، و متناوب تکفاز
چهاردهم	
پانزدهم	روشهای اندازه گیری درجه حرارت، خصوصیات نیمههادیها به اختصار



شناسایی اجزاء مدار الکترونیکی مانند دیودها و ترانزیستورها و ترستورها، لامپ‌های الکترونیکی، لامپ‌های گازدار، یکسو کننده‌های نیم‌موج و تمام موج تنظیم ولتاژ به وسیله ترستورها و تبرید، تقویت کننده ترانزیستوری، فیلترها	شانزدهم
--	----------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of electrical and electronics engineering”, G. Smarajit, PHI Learning, ۲۰۰۷.
۲. “Fundamentals of electrical engineering”, G. Rizzoni, MacGraw-Hill, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: مبانی مهندسی برق ۲							
دروس پیش نیاز: مبانی مهندسی برق ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مبانی مهندسی برق ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Fundamentals of electrical engineering ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی با مبانی مغناطیس و الکترومغناطیس، آشنایی با ماشین های الکتریکی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مغناطیس و الکترومغناطیس، محاسبات نیروی مغناطیسی
دوم	
سوم	مدارهای مغناطیسی، اصول کار ماشین های جریان دائم، انواع ماشین های جریان دائم، انواع ماشین های جریان دائم
چهارم	
پنجم	انواع ماشین های جریان دائم با تحریک سری، موازی و مرکب و جداگانه
ششم	
هفتم	ترانسفورماتور تک فاز و سه فاز
هشتم	
نهم	اتوترانسفورمر و ترانسفورماتور لغزنده، انواع اتصال ترانسفورماتورهای سه فاز
دهم	
یازدهم	موتورهای سنکرن به صورت موند و موتور اتصال موازی مولدهای سنکرن
دوازدهم	
سیزدهم	ماشین های آسنکرن بار و تور سیم پیچی شده و روتور قفس سنجابی
چهاردهم	



پانزدهم	آشنایی با ماشین‌های تک‌فاز با قطب شکاف‌دار با خازن
شانزدهم	موتورهای اونیورسال، روسیون و لاکتانس

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of electrical and electronics engineering”, G. Smarajit, PHI Learning, ۲۰۰۷.
۲. “Fundamentals of electrical engineering”, G. Rizzoni, MacGraw-Hill, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: آزمایشگاه مبانی مهندسی برق							
دروس پیش نیاز: مبانی مهندسی برق ۲ یا همزمان	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه مبانی مهندسی برق	
	تعداد واحد عملی: ۱						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Fundamentals of electrical engineering Lab.	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس:							

اهداف درس:

آشنایی عملی با ماشین های الکتریکی و مبانی مهندسی برق.

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
راه اندازی موتورهای جریان دائم، آسنکرن و سکرن	اول
	دوم
	سوم
ماشین های جریان دائم و مشخصات کار آنها	چهارم
	پنجم
	ششم
ترانسفورماتورهای یک فاز و سه فاز و اتصال آنها به صورت موازی	هفتم
	هشتم
	نهم
تغییر بار اکتیو و راکتیو در ژنراتور سنکرن	دهم
	یازدهم
	دوازدهم
اندازه گیری تلفات بی باری و اتصال کوتاه در ماشین آسنکرن و ترانسفورماتور، تعیین راندمان	سیزدهم



چهاردهم	
پانزدهم	آشنایی با کلیدها، فیوزها، کابل‌های فشار ضعیف و قوی، سرکابل و بسط کابل، ایمنی، سیم زمینی فیوزها، کلید اتوماتیک
شانزدهم	

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	٪۱۰۰			

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Fundamentals of electrical and electronics engineering", G. Smarajit, PHI Learning, ۲۰۰۷.
۲. "Fundamentals of electrical engineering", G. Rizzoni, MacGraw-Hill, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: روش‌های تولید و کارگاه							
دروس پیش‌نیاز: علم مواد	تعداد واحد نظری: -		پایه		نوع واحد	عنوان درس به فارسی: روش‌های تولید و کارگاه	
	تعداد واحد عملی: -					تعداد واحد: ۳	
	تعداد واحد نظری: ۲		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Production methods, and workshops
	تعداد واحد عملی: ۱						
	تعداد واحد نظری: -		اختیاری				
	تعداد واحد عملی: -						
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
سفر علمی ☒ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم و بعد							

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با انواع روش های تولید و کارگاهی قطعات صنعتی
توانایی تشخیص انواع روش های تولید قطعات و تجهیزات صنعتی
بررسی عیوب ناشی از تولید و ارزیابی راهکار در مورد رفع عیوب
تخمین هزینه های تولید و مقایسه اقتصادی روش های مختلف تولید قطعات

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	دسته بندی فرایندهای تولید و مبانی اقتصادی آن
دوم	مبانی ریخته گری (مذاب، انجماد، ساختمان مواد ریختگی، مباحث مربوط به طراحی فرآیند، عیوب ریخته گری)
سوم	
چهارم	فرایندهای ریخته گری با قالب تخریب شدنی، فرایندهای ریخته گری در قالب دائمی
پنجم	تجهیزات مورد استفاده (انواع کوره ها)، اشاره ای به عملیات حرارتی بعد از ریخته گری
ششم	معرفی فرایندهای شکل دهی فلزات، مبانی تغییر شکل های پلاستیک (تسلیم، تنش جریان، تاثیر کرنش سختی و نرخ کرنش، اثر اصطکاک و روانکاری، شکل پذیری، کار سرد و کار گرم و خواص مواد)
هفتم	فرآیند نورد، اصول و کاربردها، محصولات و عیوب ناشی از تولید
هشتم	فرآیند آهنگری، اصول و کاربردها، محصولات و عیوب ناشی از تولید
نهم	فرآیند اکستروژن و کشش سیم، اصول و کاربردها، محصولات و عیوب ناشی از تولید



دهم	فرآیند ورقکاری، برشکاری، خمکاری، کشش عمیق، سوراخکاری
یازدهم	اشاره ای به مکانیک فرآیندهای ورقکاری
دوازدهم	اصول و کاربردها، محصولات و عیوب ناشی از تولید محاسبات مربوط به نیرو، گشتاور، انرژی، تنش و کرنش و برگشت فنی
سیزدهم	فرآیندهای براده برداری، اصول و کاربردها، محصولات و عیوب ناشی از تولید
چهاردهم	انواع فرآیندهای ماشینکاری و مکانیک فرآیندها (تراشکاری، فرزکاری، صفحه تراشی، سوراخکاری، بورینگ و خانکشی)
پانزدهم	دسته بندی و معرفی فرآیندهای براده برداری نوین : LBM, EDM, ECM, USM, CM
شانزدهم	متالورژی پودر، خواص پودر و روش های تولید آن، فشرده کردن پودرها، تف جوشی، اصول و کاربردها، محصولات و عیوب ناشی از تولید

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۵٪	۳۵٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. S. Kalpakjian, S. R. Schmid, Manufacturing Process of Engineering Materials (۶th Ed.), McGraw-Hill ۲۰۱۹.
۲. J. T. Black, Ronald A. Kohser, Materials and Processes in Manufacturing, (۱۳th Ed.), John Wiley & Sons, ۲۰۱۲.
۳. مواد و فرآیندهای تولید، ویرایش هشتم، ایپال دگرمو، ترجمه علی حایریان، ۱۳۹۴.
۴. ASM Metals Handbook, Vol. ۱۴: Forming and Forging, ۱۰th ed., ASM Int., ۱۹۹۰.

منابع کمکی

۱. Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, ۴th ed., Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: زبان تخصصی مکانیک														
عنوان درس به فارسی: زبان تخصصی مکانیک	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲									
	تعداد واحد نظری:													
	تعداد واحد عملی:	الزامی	تخصصی											
	تعداد واحد نظری: ۲													
	تعداد واحد عملی:	اختیاری												
	تعداد واحد نظری:													
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐														
سال ارائه درس: سال سوم به بعد														
عنوان درس به انگلیسی: Technical English														
دروس پیش نیاز: زبان خارجی														

اهداف درس:

آشنایی با نحوه نگارش متون تخصصی شامل مقاله و پروپوزال به زبان انگلیسی، آشنایی با نحوه ترجمه متون تخصصی از زبان انگلیسی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مروری بر صحیح‌نویسی و قوانین نوشتاری در زبان انگلیسی
پنجم	نحوه نوشتن گزارش
ششم	
هفتم	نحوه نوشتن پروپوزال
هشتم	
نهم	نحوه نوشتن رزومه و انجام مکاتبات به زبان انگلیسی
دهم	
یازدهم	نحوه نوشتن پایان‌نامه‌های دانشگاهی به زبان انگلیسی
دوازدهم	
سیزدهم	نحوه نگارش مقاله و متون علمی
چهاردهم	



پانزدهم	اصول ترجمه متون علمی
شانزدهم	

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۶۰٪	۰٪	۴۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Academic writing", S. Bailey, CRC press, ۲۰۱۷.
۲. "Academic writing for graduate students: Essential tasks and skills", J.M. Swales and C.B. Feak, University of Michigan press, ۲۰۰۴.



سرفصل درس: مدیریت و کنترل پروژه						
دروس پیش نیاز: کارآموزی ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: مدیریت و کنترل پروژه
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری : ۲	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Project Management and Control
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

هدف این درس، آشنایی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک با مفاهیم مدیریت و کنترل پروژه می باشد و سعی می گردد علاوه بر آن، برخی ابزارهای کاربردی در برنامه ریزی پروژه نیز در اختیار دانشجویان قرار گیرد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با مفاهیم (مدیریت، پروژه، طرح، برنامه، مدیر پروژه)
دوم	انواع پروژه ها و قراردادهای، آشنایی با مدارک مهندسی
سوم	تاریخچه برنامه ریزی و کنترل پروژه، چرخه عمر، فاز
چهارم	آشنایی با استاندارد مدیریت پروژه (PMBOK)، حوزه های دانشی، فرایندهای پروژه
پنجم	انواع ساختار سازمانی، سازمان پروژه،
ششم	منشور پروژه، مدیریت یکپارچه سازی، تعریف Scope، شرح کار پروژه (SOW)، مدیریت قلمرو (Scope Management)
هفتم	اجزای پروژه، ساختار شکست کار (WBS) و ویژگی های آن
هشتم	منابع (Resources)، مدیریت منابع انسانی (HRM)
نهم، دهم و یازدهم	آشنایی مختصر با مفاهیم و روش های مرتبط با مدیریت کیفیت، تامین، ریسک، و برنامه ریزی استراتژیک مانند: QA و QC، روش های تصمیم گیری، SWOT، EMA و غیره
دوازدهم و سیزدهم	معرفی مدیریت زمان و برنامه ریزی، زمان بندی، فرایندهای مرتبط با زمان بندی، معرفی نمودارهای گانت، تقدم و تاخر، تعاریف و مفاهیم انواع شبکه (AOA و AON)،



چهاردهم	رسم شبکه، محاسبه مسیر بحرانی، انواع شناسایی ها و نحوه محاسبه آن‌ها
پانزدهم	مدیریت منابع، تخصیص منابع / سنجش پیشرفت پروژه، S-Curve
شانزدهم	مفاهیم آماری، برنامه ریزی به وسیله روش PERT، معرفی روش GERT
هفدهم	معرفی برنامه‌های کامپیوتری متداول

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
%۲۰	اختیاری	%۴۰	اختیاری	%۴۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:-

منابع:

- **Harold Kerzner**, Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling, ۱۰th Edition, John Wiley & Sons, ۲۰۰۹
- **مجتبی گلشنی**، برنامه ریزی و کنترل پروژه، چاپ هشتم، نشر زمان، ۱۳۹۶
- A Guide to the Project Management Body of Knowledge (**PMBOK® Guide**), Fifth Edition, PMI, ۲۰۱۳
- **R. Burke**, Project management: planning and control techniques. New Jersey USA, ۳rd Edition, ۲۰۰۹.
- **James P Lewis**, Project Planning, Scheduling & Control, ۴th Edition, McGraw-Hill Pub. Co., ۲۰۰۵.
- **Ricardo Vargas**, Practical guide to project planning, Auerbach publications, ۲۰۰۸.



سرفصل درس: نقشه کشی صنعتی ۲								
دروس پیش نیاز: نقشه کشی صنعتی ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: نقشه کشی صنعتی ۲		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		الزامی	نوع واحد تخصصی	تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Technical drawing ۲		
	تعداد واحد عملی: ۲							
	تعداد واحد نظری:		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال اول به بعد								

اهداف درس:

هدف از این درس آشنای دانشجویان با نقشه‌های مرکب، انطباقات و تولرانس های ابعادی و هندسی است که در این درس با اصول کلی گسترش، طراحی به کمک کامپیوتر و مونتاژ و دمونتاز قطعات صنعتی با نرم افزار های طراحی آشنا خواهند شد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر مباحث نقشه کشی ۱ تشخیص ایزومتریک از روی دو نما، برش و
دوم	انواع خط و صفحه، اندازه واقعی خط و صفحه، تقاطع خط و صفحه
سوم	تقاطع صفحه با صفحه، تقاطع صفحه با اجسام
چهارم	آشنایی با اصول طراحی به کمک کامپیوتر و محیط نرم افزار



پنجم	طراحی دو بعدی به کمک کامپیوتر
ششم	طراحی سه بعدی به کمک کامپیوتر
هفتم	ادامه طراحی سه بعدی به کمک کامپیوتر
هشتم	تقاطع احجام مسطح و دورانی
نهم	آشنای با اصول گسترش احجام مسطح و دورانی
دهم	گسترش احجام در نرم افزار (Sheet metal)
یازدهم	تهیه نقشه‌های اجرایی و ساخت از قطعات صنعتی
دوازدهم	آشنایی با قطعات استاندارد صنعتی (یاتاقان ها، بلبرینگ ها، فنرها،)
سیزدهم	آشنایی با نقشه‌های مرکب
چهاردهم	آشنایی با تولرانس های هندسی و ابعادی و انطباقات در نقشه‌های مرکب
پانزدهم	آشنایی با کیفیت سطح و علایم جوش در نقشه‌های مرکب
شانزدهم	تهیه نقشه و انیمیش مونتاژ و دمونتاژ قطعات

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪		۲۵٪	۲۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

سایت کامپیوتر

نرم افزارهای Solidwork یا Catia و ...

لوازم مورد نیاز نقشه کشی دستی

منابع اصلی

۱. James D. Bethune. Engineering Design and Graphics with SolidWorks. ۲۰۰۹.
۲. K. Rathnam. A First Course in Engineering Drawing. ۲۰۱۸
۳. Gene R. Cogorno. Geometric Dimensioning and Tolerance for Mechanical Design. ۲۰۱۱.
۴. R K Dhawan. A Textbook of Machine Drawing. ۲۰۱۶.

۱۰۰



سرفصل درس: کارگاه جوشکاری و ورق کاری							
عنوان درس به فارسی: کارگاه جوشکاری و ورق کاری	تعداد واحد: ۱	پایه		نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Welding workshop		
	تعداد ساعت: ۴۸	الزامی	تخصصی				
							اختیاری
		تعداد واحد نظری:					
		تعداد واحد عملی: ۱					
تعداد واحد نظری:							
تعدا واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با جوشکاری اکتروود دستی، جوشکاری اکسی استیلن و ورقکاری است که مباحث به صورت عملی ارائه می شود که هر یک از دانشجویان جوشکاری در انواع حالت های مختلف را انجام می دهند و اصول ورق کاری و برش و خم کاری را در قالب پروژه عملی انجام خواهند داد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با کارگاه جوش و نکات ایمنی و تجهیزات و مولدهای جوشکاری (SMAW)
دوم	برقراری قوس الکتریکی، نقطه جوش و خط جوش
سوم	اتصال لب به لب در حالت تخت
چهارم	اتصال لبه روی در حالت تخت
پنجم	اتصال سپری و T شکل
ششم	آشنایی با جوش های تعمیراتی در صنعت (جوش های پوششی)



هفتم	جوش ماهیچه ای در حالت ۱F تخت
هشتم	جوش ماهیچه ای در حالت ۲F افقی
نهم	جوش ماهیچه ای در حالت ۳F عمودی
دهم	آشنایی با جوش اکسی استیلن و نکات ایمنی و تجهیزات و مولدهای جوشکاری (OAW)
یازدهم	جوشکاری اکسی استیلن قطعات
دوازدهم	برشکاری با سرپیک جوشکاری اکسی استیلن
سیزدهم	آشنایی با صنعت ورقکاری و نکات ایمنی
چهاردهم	آشنایی با ابزارهای ورقکاری و خط کشی ورق ها
پانزدهم	برش و خم کاری ورق
شانزدهم	نقطه جوش در ورق کاری

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	٪۵۰			٪۵۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم برش کاری و خم کاری
دستگاه نقطه جوش و پرچ
ترانسفورماتورهای جوشکاری
لوازم مورد نیاز جوش اکسی استیلن

منابع اصلی:

- ۱- Kovacevic R, editor. Welding processes. ۲۰۱۲.
- ۲- Sudnik W, editor. Arc welding. ۲۰۱۱.
- ۳- Altan T, Tekkaya AE, editors. Sheet metal forming: fundamentals. Asm International; ۲۰۱۲.
- ۴- Koellhoffer L, Manz AF, Hornberger G. Welding processes and practices, ۱۹۸۷.



سرفصل درس: کارگاه اتومکانیک								
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد: عملی	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: کارگاه اتومکانیک		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Automechanic workshop		
	تعداد واحد عملی: ۱:							
	تعداد واحد نظری:	اختیاری						
	تعداد واحد عملی:							
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال دوم به بعد								

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با موتور و سیستم مولد قدرت است که با نحوه عملکرد سیستم های مولد قدرت و اجزای آن آشنا خواهد شد که انتظار می رود در پایان این درس بتوانند موتور خودرو را باز و تعمیر نمایند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با انواع موتور و قطعات آن
دوم	اصول طراحی و محاسبات موتور
سوم	تجهیزات جانبی موتور
چهارم	ایمنی و ابزار شناسی
پنجم	اقدامات عمومی قبل از تعمیر موتور

ششم	سرسیلندر
هفتم	باز کردن و تعمیر دستگاه تایمینگ
هشتم	باز کردن و تعمیر مجموعه سوپاپ ها
نهم	جمع کردن و نصب سر سیلندر
دهم	باز کردن مجموعه سیلندر
یازدهم	سیستم روغن کاری
دوازدهم	میل لنگ ها و یاتاقان ها
سیزدهم	پیستون و شاتون
چهاردهم	سیلندرهای با بوش جدا شدنی
پانزدهم	مونتاژ قطعات و مجموعه دمونتاژ شده
شانزدهم	ادامه مونتاژ قطعات

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	---	--	۵۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

موتور ماشین

ابزارهای مورد نیاز برای باز کردن قسمت های مختلف موتور

منابع اصلی

- ۱- Dave Walker. Engine Management: Optimizing Carburetors, Fuel Injection and Ignition Systems. ۲۰۰۱.
- ۲- Konrad Reif. Gasoline Engine Management: Systems and Components, ۲۰۱۴.
- ۳- Konrad Reif. Diesel Engine Management: Systems and Components, ۲۰۱۴.
- ۴- Robert Bosch GmbH, Automotive Handbook, ۲۰۰۴.

۱۰۴



سرفصل درس: کارگاه ماشین ابزار و ابزارسازی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد: عملی	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: کارگاه ماشین ابزار
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Machine tools workshop
	تعداد واحد عملی: ۱					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با انواع ماشین های ابزار و فرایندهای برده برداری از جمله تراشکاری، فرزکاری، سوراخکاری و است که مباحث به صورت عملی و در قالب چند قطعه ارائه می شود که بر روی هر یک از این قطعات چندین عملیات براده برداری را انجام خواهد داد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با روش های براده برداری (ماشین کاری، سوهانکاری و اره کاری دستی) آشنایی با روش های ماشین کاری (ماشین تراش، فرز، اره لنگ، صفحه تراش و دریل)
دوم	آشنایی با انواع ابزارها و کاربرد آنها شناسایی پارامترهای موثر بر فرایندهای ماشین کاری و محاسبات مرتبط
سوم	آشنایی با قسمت های مختلف دستگاه تراش، تنظیمات دستگاه و کار با دستگاه تعمیر و نگهداری دستگاه تراش
چهارم	روتراشی و کف تراشی قطعات با دستگاه تراش (عملی)
پنجم	آشنای با زوایای ابزار تیز کردن ابزار های تراش (عملی)
ششم	پله تراشی و شیار تراشی با دستگاه تراش (عملی)
هفتم	مخروط تراشی با دستگاه تراش (عملی)



هشتم	آج زنی و برشکاری با دستگاه تراش (عملی)
نهم	سوهان کاری و اره کاری دستی (عملی)
دهم	حدیده و قلاویز کاری (عملی)
یازدهم	پیچ تراشی با دستگاه تراش (عملی)
دوازدهم	آشنایی با قسمت های مختلف دستگاه فرز، تنظیمات دستگاه و کار با دستگاه تعمیر و نگهداری دستگاه تراش
سیزدهم	کف تراشی با دستگاه فرز (عملی)
چهاردهم	شیار تراشی با دستگاه فرز (عملی)
پانزدهم	آشنایی با قسمت های مختلف دستگاه دریل، تنظیمات دستگاه و کار با دستگاه سوراخکاری با دستگاه دریل (عملی)
شانزدهم	آشنایی با قسمت های مختلف دستگاه صفحه تراش، تنظیمات دستگاه و کار با دستگاه تراش کف تراشی با دستگاه تراش (عملی)

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	---	--	۵۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

ابزارهای اندازه گیری (کولیس، عمق سنج و)

ماشین تراش

ماشین فرز

لوازم و ابزارهای مورد نیاز برای کارگاه ماشین ابزار و

منابع اصلی:

- ۱- Shi H. Metal cutting theory: new perspectives and new approaches. Springer; ۲۰۱۸ Feb ۲۷.
- ۲- Trent EM, Wright PK. Metal cutting. Butterworth-Heinemann; ۲۰۰۰ Jan ۱۷.
- ۳- Koenigsberger F. Design principles of metal-cutting machine tools. Elsevier; ۲۰۱۳ Sep ۱۱.



سرفصل درس: سیستم های اندازه گیری						
عنوان درس به فارسی: سیستم های اندازه گیری	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی: Measurement Systems	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

با ظهور و گسترش فناوری های جدید و پیشرفته، اندازه گیری کمیت های فیزیکی نقش اساسی و روزافزون در عملکرد و کنترل تجهیزات و تأسیسات صنعتی اعم از ماشین ها، وسایل نقلیه، روبات ها، خطوط تولید، کارخانجات و نیروگاه ها ایفا نموده است. یک سیستم اندازه گیری ممکن است برای اهداف متنوعی استفاده شود، از جمله کنترل فرایند، اتوماسیون، هوشمندسازی، پایش وضعیت و حفاظت. هدف از این درس آشنایی دانشجویان با اصول کارکرد، مشخصات، محدودیت ها و نکات مهم در انتخاب و بکارگیری ابزارهای اندازه گیری صنعتی و تحقیقاتی می باشد. حسگرها معمولا دارای سیگنال الکتریکی ضعیفی هستند که به نویز بسیار حساس می باشد. آشنایی با مدارهای الکتریکی و الکترونیکی لازم برای کار با حسگرها، بخش دیگری از این درس می باشد. علاوه بر آن یک سیستم اندازه گیری معمولا شامل کنترل کننده، ثبت کننده و واحد ارتباطی است که در این درس مورد توجه قرار می گیرند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و تعاریف، تشریح فرایند اندازه گیری، اندازه گیری صنعتی، اندازه گیری تحقیقاتی، متروлоژی، دسته بندی ابزارها و روش های اندازه گیری، کاربردها
دوم	ویژگی های استاتیکی حسگرها: بازه، خطی بودن، حساسیت، دقت، تکرارپذیری، امپدانس، انواع خطا و منابع آن
سوم	ویژگی های دینامیکی حسگرها: پاسخ سیستم های خطی مرتبه صفر، یک و دو، ثابت زمانی و ویژگی های زمانی
چهارم	تنظیم (کالیبره کردن) ابزارهای اندازه گیری، برخی از استانداردهای اندازه گیری



پنجم	عدم قطعیت و خطا در اندازه گیری: توزیع احتمالی نرمال، دسته بندی منابع عدم قطعیت، محاسبه و گزارش عدم قطعیت
ششم	اصول اندازه گیری کمیت های الکتریکی: جریان، ولتاژ، امپدانس، توان و فرکانس
هفتم	اصول اندازه گیری کمیت های مکانیکی: جابجایی، سرعت، شتاب، سرعت زاویه ای
هشتم	اصول اندازه گیری کمیت های مکانیکی: ارتفاع مایع، دما، فشار، صوت، رطوبت
نهم	اصول اندازه گیری کمیت های مکانیکی: سرعت جریان سیال، دبی سیال، فشار سیال، دمای سیال، شار حرارتی؛ روش های آشکارسازی جریان
دهم	اصول اندازه گیری کمیت های مکانیکی: کرنش، تنش، نیرو و گشتاور
یازدهم	فرآوری سیگنال: پل وتسون، ترانس میترها، بافر کردن، فیلترهای فرکانسی، تقویت کردن، انتگرال گیری
دوازدهم	فرآوری سیگنال: مقایسه خروجی ولتاژ و جریان، تعیین مرجع ولتاژ (Ground)، روش های عملی کاهش نویز در انتقال سیگنال
سیزدهم	فرآوری سیگنال های دیجیتال: نمونه برداری، تحلیل داده، قضیه نایکوئیست، خطای گسسته سازی، مبدل های A/D و D/A، پروتوکل های انتقال سیگنال
چهاردهم	اصول طراحی آزمون: آزمون عملکرد، چیدمان تجهیزات، نمایش علائم اندازه گیری شده، روندهای اندازه گیری و کالیبراسیون، سیستم های کنترل، آشنایی با ریزپردازنده (میکروکنترلر) و PLC، آشنایی با بسترهای نرم افزاری (LabView ...)
پانزدهم	آشنایی با روش های اندازه گیری مبتنی بر تصویربرداری: شناخت تصاویر دیجیتال، سیستم های تصویربرداری، روش های پردازش تصویر، آشنایی با روش های تحلیل تصویرهای جابجایی ذرات مانند روش سرعت سنجی تصویری ذرات (Particle Image Velocimetry)
شانزدهم	کاربرد اینترنت اشیا و پیاده سازی آن، حسگرهای هوشمند، آشنایی با نقشه های ابزار دقیق و P&ID، بررسی موردی روش های اندازه گیری خاص یا کاربردهای سیستم های اندازه گیری

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۲۰٪	اختیاری	۵۰٪	۲۰٪	۱۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



منابع اصلی

- ۱- اصول ابزار دقیق و اندازه‌گیری، ابراهیم نجیمی و مهدی پورقلی، ۱۳۹۵، نشر دانشگاه شهید بهشتی.
- ۲- E. O. Doebelin, D. N. Manik, "Doebelin's Measurement Systems", ۷th ed., McGraw-Hill, ۲۰۱۹.
- ۳- A. S. Morris, R. Langari, "Measurement and Instrumentation: Theory and Application", Elsevier Inc., ۲nd ed., ۲۰۱۶.
- ۴- P. F. Dunn, M. P. Davis, "Measurement and Data Analysis for Engineering and Science", ۴th ed., Taylor & Francis Group, ۲۰۱۸.
- ۵- P. F. Dunn, "Fundamentals of Sensors for Engineering and Science", Taylor & Francis Group, ۲۰۱۲.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: اقتصاد مهندسی						
دروس پیش نیاز: گذراندن حداقل ۶۵ واحد درسی -	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: اقتصاد مهندسی
	تعداد واحد عملی:				تعداد	
	تعداد واحد نظری: ۲	الزامی	تخصصی		ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Engineering Economics
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با مفاهیم و کاربرد اقتصاد در تصمیم سازی مهندسی مکانیک.

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
تعاریف و مفاهیم پایه ای اقتصاد	اول
تصمیم گیری در مهندسی	دوم
هزینه ها و جریانهای مالی در تولید	سوم
مالیات، یارانه، استهلاک	چهارم
مفهوم تصمیمات بین دوره ای: ارزش زمانی، نرخ تنزیل، نرخ بهره	پنجم
تورم، نرخ های اسمی و حقیقی	ششم
روش های ارزیابی و مقایسه پروژه ها: روش های استاتیک	هفتم
روش های ارزیابی و مقایسه پروژه ها: روش های دینامیک	هشتم
	نهم
آنانیز قیمت، هزینه همتراز شده	دهم
کاربرد روش های ارزیابی و مقایسه پروژه ها	یازدهم
تحلیل حساسیت	دوازدهم



سیزدهم	مفهوم و شرایط عدم قطعیت و ریسک اقتصادی
چهاردهم	تحلیل اقتصادی در شرایط عدم قطعیت
پانزدهم	
شانزدهم	کاربرد برنامه ریزی ریاضی در اقتصاد مهندسی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Engineering Economic Analysis", By Newnan, D., Eschenbach, T. , Lavelle, J., Lewis, N., Oxford University Press; ۱۴ edition, ۲۰۱۹

۲. "اقتصاد مهندسی، یا، ارزیابی اقتصادی پروژه‌های صنعتی"، محمدمهدی اسکونژاد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۸



۳-۳- سرفصل های دروس انتخابی مکانیک جامدات



سرفصل درس: پلاستیسیته عملی و شکل دهی فلزات						
عنوان درس به فارسی: پلاستیسیته عملی و شکل دهی فلزات	تعداد واحد:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	۳
	تعداد واحد نظری:				تعداد واحد عملی:	
	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:		تعداد واحد عملی:	
			تعداد واحد نظری: ۳		تعداد واحد عملی:	
		اختیاری	تعداد واحد نظری:		تعداد واحد عملی:	
			تعداد واحد نظری:		تعداد واحد عملی:	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					عنوان درس به انگلیسی: Practical Plasticity and metal forming	
سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی پلاستیسیته و مفاهیمی چون کارسختی و نرخ کرنش. استفاده کاربردی از روش اجزای محدود برای شبیه سازی فرآیندهای مختلف در شکل دهی فلزات

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تنش و کرنش
دوم	پلاستیسیته و معیارهای تسلیم ماکروسکوپیک
سوم	کارسختی
چهارم	ناپایداری پلاستیک
پنجم	نرخ کرنش و درجه حرارت



استفاده از اجزاء محدود در شکل دهی فلزات	ششم
	هفتم
	هشتم
	نهم
آهن‌گری	دهم
اکستروژن	یازدهم
نورد	دوازدهم
کشش ورق	سیزدهم
کشش عمیق	چهاردهم
روش‌های شکل دهی ویژه	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	٪۵۰	٪۳۰	٪۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱) Hosford, W.F. and Caddell, R.M., "Metal forming" Cambridge University press, ۲۰۰۷
- ۲) Metals Handbook , "Forming", vol. ۱۴, American society for metals (ASM), ۲۰۰۸



سرفصل درس: مقدمه ای بر روش های بهینه سازی مکانیکی								
دروس پیش نیاز: ریاضی مهندسی	تعداد واحد نظری:	پایه			تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:		
	تعداد واحد عملی:				۳	مقدمه ای بر روش های بهینه سازی مکانیکی		
	تعداد واحد نظری:	الزامی	نوع واحد تخصصی	تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:			
	تعداد واحد عملی:					اختیاری		
	تعداد واحد نظری: ۳							
	تعداد واحد عملی:							
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: چهارم								

اهداف درس:

آشنایی با اصول و مبانی بهینه سازی، روش‌های کلاسیک و تکاملی در بهینه سازی و استفاده کاربردی از آنها در مسایل مهندسی مکانیک

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	نمونه‌هایی از مسائل بهینه سازی در تحقیقات عملیات و کاربردهای فنی ، علمی فرمولبندی مسائل بهینه سازی ناشی از این مشکلات مروری بر روش‌های بهینه سازی
دوم	محدب و بهینه
سوم	



چهارم	روش‌های عددی برای بهینه سازی نامقید: روش نیوتن ، روش نزول Steepest و روش‌های شبه نیوتن. روش‌های تضمین جهت نزولی ، جستجوی خط. روش‌های حداقل مربعات غیر خطی (گوس-نیوتن).
پنجم	آشنایی با روش‌های بهینه سازی مقید
ششم	
هفتم	بهینه سازی اکتشافی، روش جستجوی مستقیم
هشتم	بهینه سازی الگوریتم ژنتیک
نهم	
دهم	
یازدهم	بهینه سازی تجمع ذرات
دوازدهم	روش‌های ترکیبی بهینه سازی
سیزدهم	طراحی آزمایش و روش تاگوچی
چهاردهم	
پانزدهم	
شانزدهم	

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی



١- An Introduction to Optimization, Edwin K. P. Chong , Stanislaw H. Żak, ٢٠٠٨ John Wiley & Sons

٢- Particle Swarm Optimization, Maurice Clerc, ٢٠٠٦ John Wiley & Sons

٣- Genetic Algorithms and Engineering Optimization, Mitsuo Gen Runwei Cheng, ٢٠٠٠ John Wiley & Sons

٤- Quality Control, Robust Design, and the Taguchi Method, Dehnad, Khosrow, ١٩٨٩, Springer



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مکانیک شکست مقدماتی						
عنوان درس به فارسی: مکانیک شکست مقدماتی عنوان درس به انگلیسی: Introduction to Fracture Mechanics سال ارائه درس: سال چهارم	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه	تعداد واحد نظری:		دروس پیش نیاز: علم مواد – طراحی اجزاء ۱
				تعداد واحد عملی:		
	تعداد ساعت: ۴۸		الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد				سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐		

اهداف درس:

آشنایی با انواع واماندگی ها در قطعات مکانیکی، مفاهیم مربوط به خزش و مکانیک شکست، بارگذاری خستگی، و مدل‌های مرتبط در تخمین عمر

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر واماندگی و خرابی مکانیکی و بررسی حالت های مختلف واماندگی و از کارافتادگی با مثالهای کاربردی و صنعتی
دوم	رفتار الاستیک مواد تحت بارگذاریهای کشش، برش و خمش
سوم	تسلیم و تغییر شکل پلاستیک
چهارم	تغییر شکل های وابسته به زمان
پنجم	بررسی مثالهای صنعتی از واماندگی خزشی



ششم	مقدمه ای بر مکانیک شکست، عوامل ایجاد ترک و روش های مقابله با تاثیرات ترک
هفتم	حالت های مختلف بارگذاری یک قطعه ترک دار و توزیع تنش در اطراف ترک
هشتم	معرفی ضریب شدت تنش و مقدار آن برای قطعات متداول ترک دار
نهم	روش های تجربی و عددی برای تعیین ضرایب شدت تنش
دهم	چقرمگی شکست و معیار استحکام برای قطعات ترک دار در حالت الاستیک خطی
یازدهم	نرخ آزادسازی انرژی کرنشی
دوازدهم	ناحیه پلاستیک در اطراف نوک ترک
سیزدهم	معیار استحکام برای قطعات ترک دار با در نظر گرفتن اثر ناحیه پلاستیک
چهاردهم	معیار استحکام برای قطعات ترک دار تحت بارگذاری مرکب
پانزدهم	تنش های تناوبی و خستگی
شانزدهم	رشد ترک خستگی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۲۰٪	۳۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Hertzberg R.W., Vinci R. P., Hertzberg J. L., "Deformation and fracture mechanics of engineering materials", ۵th edition, ۲۰۱۲.
۲. Anderson T. L., "Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications", ۴th Edition, CRC Press, USA, ۲۰۱۷.
۳. Stephens R.I., Fatemi, A., Stephens R.R., Fuchs, H.O., "Metal Fatigue in Engineering", ۲nd edition, John Wiley & Sons, ۲۰۰۱.



سرفصل درس: مواد مرکب						
عنوان درس به فارسی: مواد مرکب	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی: Composite materials	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
	☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

آشنایی با انواع مواد مرکب و روش‌های ساخت آنها، شناخت مدل‌های میکرو و ماکرومکانیک برای مدلسازی رفتار مواد مرکب، آشنایی با معیارهای خرابی و تحلیل تنش چند لایه‌ها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مواد مرکب، آشنایی با مواد مرکب پایه پلیمر، فلز ، سرامیک و کربن
دوم	آشنایی با انواع الیاف و رزین های پر استفاده در صنعت، روش‌های تولید و خواص مکانیکی آنها
سوم	آشنایی با روشهای ساخت مواد مرکب
چهارم	بررسی رفتار مواد مرکب در مقیاس میکرومکانیکی
پنجم	بررسی رفتار مواد مرکب در مقیاس ماکرومکانیکی – مفاهیم پایه شامل مواد غیر همسانگرد و ارتو تروپیک و روابط تنش و کرنش حاکم در این مواد
ششم	معرفی دستگاه مختصات اصلی و عمومی و ماتریسهای تبدیل مختصات، تبدیلات تنش، کرنش و خواص مهندسی در

دستگاه مختصات اصلی و عمومی	
هفتم	مقدمه بر شکست و خرابی مواد مرکب در مقیاس میکرو و معرفی معیارهای شکست ماکرو مکانیک در تک لایه‌ها
هشتم	بررسی معیارهای برهم کنشی و مثالهای مربوطه
نهم	رفتار ماکرومکانیکی چند لایه‌های عمومی، تئوری کلاسیک لایه ای برای چندلایه‌ها
دهم	تحلیل تنش در چندلایه‌های متقارن و نامتقارن، تحت بار صفحه ای
یازدهم	تحلیل تنش در چندلایه‌های متقارن و نامتقارن، تحت بار خارج صفحه ای، دارای هسته و بدون هسته
دوازدهم	رفتار مواد مرکب تحت تاثیر دما و رطوبت
سیزدهم	تحلیل تنش چند لایه‌ها تحت تاثیر دما و رطوبت
چهاردهم	بررسی شکست و ارائه معیارهای تخریب برای چندلایه‌ها
پانزدهم	تحلیل تنش و ارزیابی خرابی در چندلایه‌ها به کمک نرم افزار المان محدود
شانزدهم	آزمونهای تجربی برای مواد مرکب

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Clyne T. W., Hull D., "An Introduction to Composite Materials", Cambridge University Press, ۳rd edition, ۲۰۱۹.
۲. Daniel IM and Ishai O, Engineering mechanics of composite materials, ۲nd edition, Oxford University Press, ۲۰۰۶.
۳. Hyer MW, Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials, DEStech Publications, ۲۰۰۹.
۴. Kaw K., Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis, ۲nd Edition, ۲۰۰۶
۵. Talreja R. and Verna J., Modeling Damage, Fatigue and Failure of Composite Materials, Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, ۲۰۱۶.



سرفصل درس: آزمایشگاه مواد مرکب								
عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه مواد مرکب	تعداد واحد: ۱	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Composite materials laboratory		
	الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:					
			تعداد واحد عملی:					
			تعداد واحد نظری:					
			تعداد واحد عملی: ۱					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد							
	☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال چهارم								

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های ساخت مواد مرکب، ساخت نمونه‌های استاندارد آزمایشگاهی و شناخت روش‌های تست و اندازه گیری خواص مکانیکی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مواد مرکب، آشنایی با انواع تقویت کننده (الیاف، ویسکرز، ذره) و زمینه (فلز، سرامیک و پلیمر)، روش‌های تولید و خواص مکانیکی آنها
دوم	آشنایی با اصول ایمنی و استانداردهای بهداشتی کار با مواد مرکب
سوم	آشنایی با اصول روش لایه چینی دستی و آماده سازی و ساخت نمونه آزمایشگاهی به روش لایه چینی دستی
چهارم	آشنایی با استانداردهای تست مواد مرکب ۱، برش نمونه‌های ساخته شده



پنجم	آشنایی با استانداردهای تست مواد مرکب ۲، آماده سازی نمونه‌ها برای تست کشش و میکروسکوپی
ششم	میکروسکوپی نمونه‌ها و تعیین درصد حجمی الیاف به روش پردازش تصویر
هفتم	انجام تست کشش بر روی نمونه‌ها و تفسیر نتایج
هشتم	آشنایی با اصول روش تزریق به کمک خلاء (VIP) و آماده سازی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی به روش VIP
نهم	آشنایی با اصول روش Vacuum bag molding، آماده سازی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی به روش Vacuum bag molding
دهم	آشنایی با اصول روش رشته پیچی الیاف (filament winding)، آماده سازی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی به روش رشته پیچی الیاف
یازدهم	آشنایی با انواع روش‌های ریخته‌گری جهت ساخت کامپوزیت‌های زمینه فلزی
دوازدهم	ساخت نمونه کامپوزیتی با استفاده از روش ریخته‌گری هم‌زنی
سیزدهم	آشنایی با انواع روش‌های جامد جهت ساخت کامپوزیت‌های زمینه فلزی
چهاردهم	ساخت نمونه کامپوزیتی به روش پرس سرد و تفجوشی
پانزدهم	آشنایی با انواع روش‌های جامد جهت ساخت کامپوزیت‌های زمینه سرامیکی
شانزدهم	ساخت نمونه کامپوزیتی به روش پرس سرد و تفجوشی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات لایه چینی دستی	دستگاه برش کامپوزیت
تجهیزات ساخت به روش VIP	تجهیزات ساخت به روش Vacuum bag molding
دستگاه تست کشش	دستگاه filament winding
میکروسکوپ نوری	تجهیزات ایمنی کار در آزمایشگاه

۱۲۳



۱. Carlsson, L., Adams D.F., Pipes R.B., “Experimental characterization of advanced composite materials”, ۴th edition, ۲۰۱۴.
۲. Clyne T. W., Hull D., “An Introduction to Composite Materials”, Cambridge University Press, ۳rd edition, ۲۰۱۹.
۳. Daniel I. M., and Ishai O., Engineering mechanics of composite materials, ۲nd edition, Oxford University Press, ۲۰۰۶.
۴. ASTM D۳۰۳۹ / D۳۰۳۹M-۱۷, Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, ۲۰۱۷.
۵. Chawla N. and Chawla K. K. Metal Matrix composites, Springer, ۲۰۰۶.
۶. J. Fan, J. Njuguna, “Lightweight Composite Structures in Transport”, Woodhead Publishing, ۲۰۱۶
۷. Krishan K. Chawla, “Composite Materials: Science and Engineering (Materials Research and Engineering)” ۳rd Edition, Kindle Edition, Springer, ۲۰۱۶



سرفصل درس: آزمون های غیر مخرب						
دروس پیش نیاز: علم مواد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آزمون های غیر مخرب
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Non-Destructive Testing
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی: ۱					
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی تئوری و روش های مختلف انجام تست های غیر مخرب و استفاده کاربردی از آنها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر اهمیت آزمون های غیر مخرب و تاریخچه
دوم	آشنایی با روش های آزمون های غیر مخرب
سوم	آشنایی با روش بازرسی چشمی
چهارم	آشنایی با آزمون مایع نافذ
پنجم	آشنایی با آزمون ذرات مغناطیسی
ششم	آشنایی با آزمون ذرات مغناطیسی
هفتم	آشنایی با روش فراصوتی - مبانی اصلی و تئوری
هشتم	آشنایی با روش فراصوتی - بازتابش و شکست امواج - تابش مایل و قائم
نهم	آشنایی با روش فراصوتی - انواع پروب ها، مواد پیزوالکتریک، حوزه های صوتی
دهم	آشنایی با روش فراصوتی - نوع نمایش نتایج، روش های بازرسی، انواع نقص ها
یازدهم	آشنایی با روش فراصوتی - استانداردها، بازرسی جوش، نکات تکمیلی
دوازدهم	روش های TOFD، آرایه فازی، امواج هدایت شده
سیزدهم	آزمایشگاه - روش بازرسی چشمی و مایع نافذ



چهاردهم	آزمایشگاه روش ذرات مغناطیسی
پانزدهم	آزمایشگاه - روش فراصوتی
شانزدهم	آزمایشگاه - روش فراصوتی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه تشویقی
		نوشتاری	عملکردی	
%۲۰	-	%۶۰	%۲۰	%۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

آزمایشگاه NDT دارای تجهیزات VT، PT، MT و UT (در پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور موجود است)

منابع اصلی

۱. Don E. Bray, Roderick K. Stanley; "Nondestructive Evaluation: A Tool in Design, Manufacturing and Service", Tehran, Iran: Nopardazan Press, ۱۹۹۷
۲. J. David and N. Cheeke, Fundamentals and applications of ultrasonic waves. FL, USA: CRC press, ۲۰۰۲
۳. J. L. Rose, Ultrasonic Waves in Solid Media Cambridge, UK: Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
۴. ASME B&PV; Sec V;
۵. ASM Handbook Volume ۱۷: Nondestructive Evaluation and Quality Control
۶. J Prasad, C G Krishnadas Nair; "Non-Destructive Testing and Evaluation of Material", Tata McGraw-Hill Education; ۲۰۱۱.



سرفصل درس: مقدمه ای بر اجزاء محدود						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر اجزاء محدود	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Introduction to the finite element Method
	الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:		معادلات دیفرانسیل- محاسبات عددی- مقاومت مصالح ۲	
			تعداد واحد عملی:			
			تعداد واحد نظری: ۳			
			تعداد واحد عملی:			
اختیاری						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

- آشنایی دانشجویان با روش‌های نوین و کاربردی حل مسایل مهندسی مکانیک بویژه در زمینه ی مکانیک محاسباتی جامدات
- ایجاد بستر و توانمندی لازم برای بهره مندی از نرم افزارهای تحلیل اجزای محدود در دانشجویان
- ایجاد مبانی توسعه ی روش اجزای محدود در حل مسایل طراحی مهندسی مکانیک برای دانشجویان

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی مختصر با معادلات دیفرانسیل پاره‌ای معرفی روش اجزای محدود و کاربردها
دوم	فضاهای مدلسازی سه بعدی، دو بعدی و متقارن محوری قانون کمینه انرژی پتانسیل مروری بر جبر ماتریسی و مقاومت مصالح
سوم	المان خریا معرفی روش مستقیم در اجزای محدود با تحلیل خریا



تحلیل ورق	
پانزدهم	تحلیل کمانش خطی حل نرم افزاری مسایل تنش حرارتی در اجزای محدود تحلیل کمانش خطی
شانزدهم	تحلیل کمانش خطی حل نرم افزاری مسایل تحلیل فرکانسهای طبیعی در اجزای محدود تحلیل کمانش غیرخطی با نرم افزار

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۵۰٪	اختیاری	۵۰٪ ۲۵٪	۳۰٪ ۲۵٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

نرم افزار های مدل سازی سه بعدی (بعنوان نمونه سالید ورکس) و تحلیل اجزای محدود (مانند آنسیس –آباکوس)-نرم افزار متلب

منابع اصلی

۱. A First Course in the Finite Element Method, ۶th Edition, By: Daryl L. Logan, ۲۰۱۷
۲. The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS, ۲nd Edition, Erdogan Madenci, Ibrahim Guven, ۲۰۱۵



سرفصل درس: مهندسی خط لوله						
عنوان درس به فارسی: مهندسی خط لوله	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تخصصی	تعداد ساعت: ۴۸
	الزامی	تعداد واحد نظری:				
		تعداد واحد عملی:				
		تعداد واحد نظری:				
		تعداد واحد عملی:				
اختیاری	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:					
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						عنوان درس به انگلیسی: Pipeline Engineering
سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

آشنایی با اصول و مبانی طراحی خطوط لوله، شناخت استانداردهای مرتبط، فرآیندهای تست، بهره برداری و بازرسی خطوط لوله

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی صنعت خط لوله در دنیا، آمار و اهمیت شبکه خصوص لوله انتقال نفت و گاز و فرآورده های نفتی
دوم	آشنایی با مراحل کلی طراحی، اجرا، بهره برداری و تعمیرات و نگهداری خطوط لوله
سوم	آشنایی با استانداردهای طراحی، اجرا و بهره برداری و تعمیرات و نگهداری خطوط لوله
چهارم	معرفی اجزای مختلف یک خط لوله انتقال سیال گازی و یک خط لوله سیال مایع (لانچر و رسیور، والوها، اتصالات، ایستگاه های کمپرسور و پمپاژ و ...)
پنجم	معرفی اجزای مختلف یک خط لوله انتقال سیال گازی و یک خط لوله سیال مایع (لانچر و رسیور، والوها، اتصالات، ایستگاه های کمپرسور و پمپاژ و ...)
ششم	آشنایی مختصر با مفاهیم PFD و P&ID و نشانه ها و نرم افزارها
هفتم	مروری بر استانداردهای ASME B3۱.۸ و ASME B3۱.۳
هشتم	مروری بر استانداردهای ASME B3۱.۸ و ASME B3۱.۳
نهم	نکات تکمیلی در طراحی خط لوله- آشنایی با روش اجرای خط لوله بر اساس دستور العمل های داخلی شرکت های ملی گاز و نفت ایران
دهم	معرفی فرآیند تست خط لوله احداث شده و تحویل گیری و پیش راه اندازی



یازدهم	آشنایی با فرایند بهره برداری از خط لوله
دوازدهم	خوردگی در خط لوله- پیشگیری از خوردگی- پوشش و حفاظت کاتدی
سیزدهم	روش های تشخیص عیوب در خطوط لوله- روش های NDT، تست های پوشش، پیگرانی هوشمند، ...
چهاردهم	آشنایی با استانداردهای بازرسی خط لوله و تعیین فاکتور تعمیرات
پانزدهم	آشنایی با روش های تعمیراتی خطوط لوله بر اساس ASME PCC
شانزدهم	معرفی مفهوم PIMS- مدیریت یکپارچه خط لوله

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی	
		نوشتاری	عملکردی
٪۲۰	-	٪۶۰	-
٪۲۰	-	٪۶۰	-

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

ویدئو پروژکتور

منابع اصلی

- Oil and gas pipelines integrity and safety handbook, ۲۰۱۵, R Winston Revie, Wiley Press.
- Pipeline Integrity Handbook, Risk Management and Evaluation, ۲۰۱۴, Ramesh Singh, Elsevier
- Pipeline Rule of Thumbs Handbook, ۲۰۱۳, Elsevier
- ASME B۳۱.۸, ۲۰۱۶
- ASME B۳۱.۳, ۲۰۱۶
- ASME PCC-۲, ۲۰۰۸
- API ۱۱۶۳

۱. دستورالعمل راه اندازی و اجرای خطوط لوله، جلد دوم پیمان، شرکت ملی گاز ایران



سرفصل درس: تکنولوژی روش های جوشکاری						
عنوان درس به فارسی: تکنولوژی روش های جوشکاری	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Welding processes technology
	دروس پیش نیاز: علم مواد	تعداد واحد نظری:	الزامی		تخصصی	
		تعداد واحد عملی:				
		تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری			
		تعدا واحد عملی:				
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

شناخت فرایندهای جوشکاری، خصوصا روش های جوشکاری رایج در ساخت، نصب و تعمیرات تجهیزات صنعتی، طراحی جوش، آشنایی با متالورژی جوشکاری و روش های بازرسی جوش

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، کاربرد روش های جوشکاری در صنعت، کاربرد در ساخت، اتصالات، نصب و مونتاژ و تعمیر تجهیزات، عوامل مهم و موثر در فرایندهای جوش، انواع اتصالات، جوشکاری و لحیم کاری، لحیم کاری نرم و سخت.
دوم	طبقه بندی فرایندهای جوشکاری بر اساس انرژی های مختلف مکانیکی، شیمیایی، تشعشعی و الکتریکی.
سوم	فرایندهای جوشکاری حالت جامد، نمونه هایی از جوشکاری حالت جامد، مزایا و محدودیت ها.
چهارم	جوشکاری اصطکاکی، جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی، اصول، کاربرد، مزایا و محدودیت ها، جوشکاری التراسونیک، متغیرها، مزایا و معایب.



پنجم	فرایندهای جوشکاری مقاومتی، اصول فیزیکی و الکتریکی، جوش مقاومتی نقطه ای، غلتکی، اتوماسیون در این فرایند. جوشکاری مقاومتی لب به لب لوله‌ها، جوشکاری مقاومتی با فرکانس بالا برای لوله‌های فین دار، جوشکاری مقاومتی فرکانس بالای القایی، جوشکاری جرقه ای، جوش مقاومتی سر به سر.
ششم	فرایندهای جوشکاری حرارتی شیمیایی، جوشکاری گاز (اکسی استیلن)، تجهیزات، شعله جوشکاری و انواع شعله، مزایا و محدودیت ها، فرایند جوش ترمیت، کاربرد.
هفتم	جوشکای های قوسی، جوشکاری قوسی دستی، تجهیزات، الکترودهای جوشکاری، نقش پوشش الکترودها، مواد پوشش، انواع پوشش الکترودها، شناسایی الکترودها بر اساس استاندارد AWS، انتخاب الکترودها.
هشتم	روش‌های جوشکاری قوسی اتوماتیک، اتوماسیون در جوشکاری های قوسی، جوشکاری قوسی توپودری، جوشکاری زیر پودری، کاربردها، متغیرها، پودر جوش، مزایا و محدودیتها، جوشکاری الترواسلاگ.
نهم	جوشکاری های قوسی با گاز محافظ، جوشکاری با الکتروده تنگستن و گاز محافظ GTAW، متغیرها، مزایا و محدودیتها، جوشکاری با سیم رسانی مداوم و گاز خنثی MIG، جوشکاری MAG، متغیرها، مزایا و محدودیت ها، کاربردهای صنعتی.
دهم	متالورژی جوش، نواحی جوش، سیکل گرم و سرد شدن جوش، کربن معادل، عملیات پیش گرم و پس گرم.
یازدهم	معایب و ناپیوستگی ها در جوش، ترک، ترک گرم، ترک سرد، ذوب ناکافی، عدم نفوذ، نفوذ اضافی، خوردگی در جوش و....، علل ایجاد عیب، روش تشخیص و نحوه پیشگیری، استانداردهای رد و قبولی جوش.
دوازدهم	طراحی جوش، انواع طرح اتصال، طراحی جوش در بارگذاری های مختلف.
سیزدهم	بازرسی های جوش، برنامه بازرسی جوش، استانداردهای بازرسی جوش، بازرسی چشمی و ابعادی، گنج جوشکاری، بازرسی با مایع نافذ رنگی و فلورسنتی، بازرسی با پودر مغناطیسی، بازرسی با جریان گردابی.
چهاردهم	بازرسی با امواج فراصوتی، فیزیک موج و اساس روش، پراب، کوپلنت، انواع پراب، نحوه تشخیص معایب، تکنیک تست التراسونیک جوش سنگ زده شده، تکنیک تست التراسونیک جوش با گرده بروش اسکن زیگزایی.
پانزدهم	پرتونگاری یا رادیوگرافی جوش، فیزیک و اصول روش، دستگاه اشعه ایکس، چشمه گاما، تکنیک های رادیوگرافی لوله‌ها و جوشهای محیطی لوله، پنترامتر، کیفیت رادیوگرافی، تفسیر فیلم های رادیوگرافی، بررسی نمونه ای از معایب جوش در فیلم های رادیوگرافی.
شانزدهم	تهیه دستورالعمل های جوشکاری WPS، نتایج کیفی عملکردی جوش PQR

ارزشیابی:



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Welding: Principles and applications ۷th Edition, L. Jeffus, Amazon, ۲۰۱۱.
- ۲- Welding Technology, F. koenigsberger, J. R. Adair, Macmillan, ۱۹۶۵.
- ۳- Welding Engineering and Technology, R. S. Parmar, ۲۰۰۴.
- ۴- تکنولوژی جوشکاری، امیر حسین کوکبی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
- ۵- کلید جوشکاری، مهرداد معینیان، انتشارات آزاده، ۱۳۸۰.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: نانو مواد						
دروس پیش نیاز: علم مواد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد: عملی	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۳	نانو مواد
	تعداد واحد نظری: -	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Nano material
	تعداد واحد عملی: -					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با انواع انواع نانو ساختار ها می باشد که در این مباحث با اصول اولیه فناوری نانو، روش های ساخت نانو ذرات و کاربرد این نانو ذرات در صنعت آشنا خواهند شد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	یادآوری مطالب مربوط به پیوندهای ملکولی و کریستال ها
دوم	آشنایی با تاریخچه فناوری نانو
سوم	روش های ساخت نانو ذرات
چهارم	روش های پایین به بالا

۱۳۵



پنجم	ادامه روش های پایین به بالا
ششم	روش های بالا به پایین
هفتم	ادامه روش های بالا به پایین
هشتم	خواص مکانیکی و الکتریکی نانو ذرات
نهم	خواص حرارتی و مغناطیسی نانو ذرات
دهم	نانو ذرات فلزی و کاربردها
یازدهم	نانو ذرات اکسیدی و کاربردها
دوازدهم	نانو ذرات سرامیک و کاربردها
سیزدهم	اصول حاکم بر نانو ساختارهای کربنی
چهاردهم	کاربرد نانو ساختار کربنی (فولرن، نانو لوله ها و گرافن)
پانزدهم	روش های شناسایی نانو ذرات
شانزدهم	ادامه روش های شناسایی نانو ذرات

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۵۵٪	۳۰٪	۱۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Logothetidis S, editor. Nanostructured materials and their applications. Springer Science & Business Media; ۲۰۱۲.
۲. Xiong Y, Lu X. Metallic Nanostructures. Springer, Switzerland; ۲۰۱۵.
۳. Gogotsi Y, Presser V, editors. Carbon nanomaterials. CRC press; ۲۰۱۳.
۴. Torres T, Bottari G. Organic nanomaterials: synthesis, characterization, and device applications. John Wiley & Sons; ۲۰۱۳.



سرفصل درس: شناخت فلزات صنعتی						
عنوان درس به فارسی: شناخت فلزات صنعتی	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	۲
	تعداد واحد عملی:				تعداد	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		ساعت:	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
عنوان درس به انگلیسی: Recognition of Industrial Metals	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					
سال ارائه درس: سال سوم و بعد						

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با تعاریف و مفاهیم اولیه انتخاب مواد مهندسی، مشخصات، خواص و طبقه بندی انواع فلزات و آلیاژهای صنعتی پر کاربرد آهنی و غیر آهنی و کاربرد آنها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر اهمیت انتخاب مواد در مهندسی و طراحی، مروری گذرا بر فرایند انتخاب مواد مهندسی و موارد استفاده از آن
دوم	فازها و آلیاژها، مفهوم آلیاژ، محلول جامد، نمودارهای تعادلی، تعادل در حالت مایع، انحلال نسبی در حالت مایع، تعادل در حالت جامد، حد انحلال در حالت جامد، معرفی چند نمودار دوتایی، دگرگونی در حالت جامد.
سوم	شرح مختصری در مورد پدیده تفکیک، نفوذ، انجماد و دانه بندی در آلیاژها
چهارم	معرفی خواص مهم مواد شامل فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی و دسته بندی کلی مواد از لحاظ خواص
پنجم	اهمیت بحث های اقتصادی در انتخاب مواد، منابع قیمت در فلزات و آلیاژها: قیمت ماده اولیه، هزینه های فراوری، دانش فنی، بحث انحصار و سیاسی
ششم	معرفی گذرای روش های کمی غربالگری و انتخاب مواد مانند روش قیمت بر واحد خاصیت (cost per unit property) و روش Ashby
هفتم	طبقه بندی مواد مهندسی، معرفی کلی دسته های مواد از جمله فلزات و آلیاژها، سرامیک ها و شیشه ها، پلیمرها، مواد مرکب (کامپوزیت ها)، مواد پیشرفته و نانومواد، ...
هشتم	معرفی مختصر مکانیزم های مقاوم شدن (استحکام بخشی)
نهم	فلزات و آلیاژهای آهنی، دیاگرام آهن-کربن و فازهای آنها، طبقه بندی فولادها، مختصری بر دیاگرام های TTT، عملیات حرارتی فولادها، سختی و سختی پذیری، سخت کاری سطحی
دهم	تاثیر عناصر آلیاژی بر فولادها، روش های رایج کدگذاری و نام گذاری فولادها در استانداردهای DIN و AISI



یازدهم	معرفی مشصات، انواع و کاربردهای فولادهای ساده کربنی و غیر آلیاژی، فولادهای ساختمانی
دوازدهم	معرفی، انواع، مشخصات و کاربرد فولادهای آلیاژی: کم آلیاژ و پر آلیاژ، فولادهای ابزار، زنگ نزن، مقاوم به حرارت و دیرگداز
سیزدهم	چدن ها: انواع، مشخصات و کاربرد آنها، چدن خاکستری، سفید، داکتایل (نشکن)، چکش خوار
چهاردهم	فلزات غیر آهنی، توضیحاتی در مورد مس و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات توضیحاتی در مورد آلومینیوم و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات
پانزدهم	توضیحاتی در مورد نیکل و آلیاژهای آن، کبالت و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات، سوپر آلیاژها توضیحاتی در مورد تیتانیوم و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات
شانزدهم	توضیحات مختصر در مورد سایر آلیاژهای غیر آهنی پر کاربرد مانند منیزیم، قلع، سرب، روی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۵٪	۳۵٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, ۴th ed., Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۰.
۲. Harry Candler, Metallurgy for the Non-Metallurgist, ASM International, ۱۹۹۸.
۳. J.A. Charles, F.A.A. Crane, J.A.G. Furness, Selection and Use of Engineering Materials; Butterworth-Heinemann Press, ۲۰۰۸.
۴. ASM Metals Handbook, Vol. ۱, ۲: Properties and Selection, (ferrous & nonferrous alloys), ۱۰th ed., ASM Int., ۱۹۹۰.

منابع کمکی

۱. ح. عالی، ح. غیاثوند، س.ر. علمی حسینی، م.ر. رهگذر، شناسایی، انتخاب و کاربرد مواد، چاپ جهان جام جم، ۱۳۸۸
۲. N.A. Waterman, M.F. Ashby, Elsevier Materials Selector, Vol. ۱, ۲, ۳, Elsevier Science, ۲۰۰۶.
۳. Myer Kutz, Handbook of Materials Selection, John Wiley & Sons, ۲۰۱۲.
۴. ASM Metals Handbook, Vol. ۲۰: Materials Selection and Design; ۱۰th ed., ASM Int., ۱۹۹۰.



سرفصل درس: طراحی مخازن تحت فشار						
عنوان درس به فارسی: طراحی مخازن تحت فشار	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	
	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:			
			اختیاری		تعداد واحد عملی:	
		تعداد واحد نظری: ۳			تعداد واحد نظری:	
		آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد				
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

هدف اصلی درس طراحی مخازن تحت فشار آشنایی با انواع استانداردهای موجود برای طراحی مخازن تحت فشار و فراگیری انجام طراحی بر مبنای کدهای موجود است. همچنین دانشجویان با یکی از نرم افزارهای رایج برای طراحی مخازن تحت فشار آشنا شده و به صورت کاربردی از آن استفاده می کنند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی انواع استانداردهای موجود برای طراحی مخازن تحت فشار
دوم	مقدمه ای بر استاندارد انجمن مهندسان مکانیک آمریکا برای طراحی مخازن
سوم	مواد مورد استفاده در ساخت مخازن تحت فشار
چهارم	طراحی پوسته های استوانه ای و کروی تحت فشار داخلی بر اساس کد ASME
پنجم	طراحی پوسته های استوانه ای و کروی تحت فشار داخلی بر اساس کد ASME
ششم	طراحی پوسته های استوانه ای تحت فشار خارجی بر اساس کد ASME
هفتم	طراحی رینگهای تقویتی بر اساس کد ASME
هشتم	طراحی رینگهای تقویتی بر اساس کد ASME
نهم	طراحی کلگیهای بیضوی، توریسفریکال و مخروطی بر اساس کد ASME
دهم	طراحی کلگیهای بیضوی، توریسفریکال و مخروطی بر اساس کد ASME
یازدهم	طراحی کلگیهای تخت بر اساس کد ASME
دوازدهم	طراحی کلگیهای تخت بر اساس کد ASME
سیزدهم	طراحی نازلها بر اساس کد ASME



چهاردهم	طراحی مخازن تحت فشار با استفاده از نرم افزار PVElite
پانزدهم	طراحی مخازن تحت فشار با استفاده از نرم افزار PVElite
شانزدهم	طراحی مخازن تحت فشار با استفاده از نرم افزار PVElite

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	٪۵۰	٪۳۰	٪۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec VIII, Division ۱, Rules for construction of pressure vessels, American Society of Mechanical Engineers, ۲۰۰۷.
- ۲- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec II, Materials, American Society of Mechanical Engineers, ۲۰۰۷.
- ۳- Pressure Vessel Handbook, E.F. Megyesy, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc., ۲۰۰۱.



سرفصل درس: مقاومت مصالح ۳							
دروس پیش نیاز: مقاومت مصالح ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مقاومت مصالح ۳	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Mechanics of materials III	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۳						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

هدف اصلی درس مقاومت مصالح آشنایی با تنشها و کرنشهای سه بعدی و روابط بین آنها برای ماده همسانگرد و غیر همسانگرد الاستیک و نیز آشنایی با معیارهای تسلیم کلاسیک و تنش پسماند و حرارتی است.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی روش اندیسی، انواع اندیس ها، ماتریس ها، تانسورها
دوم	تانسورهای تبدیل متعامد، روش مقادیر و بردار های ویژه
سوم	تعریف تنش، تقارن در تانسور تنش، بردار تنش روی صفحه مورب، تبدیل تانسور تنش در مختصات دیگر، تنش های اصلی و جهات آنها، بردار تنش روی صفحات اوکتهادرال. تنش متوسط، تنش انحرافی، تنش صفحه ای، دایره مور در دو بعد و سه بعد
چهارم	معرفی مختصات لاگرانژی و اویلری، معرفی کرنش مهندسی، حقیقی و لگاریتمی
پنجم	کرنش برشی، تبدیل تانسور کرنش در مختصات دیگر، کرنش های اصلی و جهات آنها، کرنش حجمی
ششم	روابط سازگاری در مختصات مختلف و در دو بعد، تئوری تغییر شکل های کوچک.
هفتم	بررسی رفتار و مواد مختلف در آزمایش کشش ساده
هشتم	دانسیته انرژی کرنشی، انرژی مکمل
نهم	الاستیسیته و دانسیته انرژی کرنشی



الاستیسیته و انرژی داخلی مکمل ترموالاستیسیته برای ماده همسانگرد	دهم
الاستیسیته مواد غیر همسانگرد	یازدهم
روابط پایه در مواد اورتوتروپ، همسانگرد عرضی و روابط هوک در حالت کلی	دوازدهم
روابط بین ثابت های مکانیکی و ثابت های لامه، روابط ترموالاستیسیته برای ماده همسانگرد	سیزدهم
شروع تسلیم، معرفی معیارهای تسلیم کلاسیک، پیچش غیرالاستیک محورهای دایروی و تنش پسماند	چهاردهم
خمش غیرالاستیک تیرها و تنش پسماند، تعیین بار حدی در پیچش و خمش، استوانه های جدار ضخیم تحت اثر فشار (Shrink Fit) داخلی و خارجی	پانزدهم
کاربرد تئوری های تسلیم، استوانه های مرکب، بررسی فرآیند دیسک ها و استوانه های دوار، دیسک با ضخامت ثابت، دیسک با ضخامت متغیر، دیسک با تنش یکنواخت، تنش حرارتی در استوانه ها و دیسک ها	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Lai M, Rubin E, and Krempel D. "Introduction to continuum mechanics", 4th edition, Pergamon Press Inc. New York, ۲۰۱۰.
- ۲- Beer, F. P., E. R. Johnson, J. T. DeWolf and D. F. Mazurek. "Mechanics of materials", McGraw-Hill Education, ۲۰۲۰.
- ۳- Gere J. M. and B. J. Goodno "Mechanics of Materials", Cengage Learning, ۲۰۲۰.
- ۴- Hibbeler, R. C. and S. C. Fan. "Statics and mechanics of materials". Upper Saddle River: Prentice Hall, ۲۰۱۶.
- ۵- Popov E. P. "Engineering Mechanics of Solids", Pearson, ۱۹۹۸.
- ۶- Benham P. P. and R. J. Crawford, "Mechanics of Engineering Materials" Longman Science & Technical, ۱۹۹۶.
- ۷- Timoshenko S. "Strength of Materials", McGraw-Hill Education, ۱۹۴۸.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر کار آفرینی							
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر کار آفرینی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: An Introduction to Entrepreneurship	
	الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:		دروس پیش نیاز:		
			تعداد واحد عملی:				
			اختیاری				تعداد واحد نظری: ۲
							تعدا واحد عملی:
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒							
سال ارائه درس: سال چهارم							

سرفصل درس:

آشنایی با مفهوم کارآفرینی و حوزه‌های کسب و کار، آماده سازی طرح کسب و کار و تحلیل بازار، تامین مالی و قوانین تجارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی و انواع آن
دوم	آشنائی با انواع کسب و کار و مبانی و اصول کسب و کار
سوم	مروری بر مفاهیم مدیریت و تحلیل استراتژیک
چهارم	ارزیابی امکان سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
پنجم	آشنایی با چارچوب یک طرح کسب و کار
ششم	آشنایی با مدیریت و تحلیل بازار

۱۴۳



هفتم	آشنایی با تحلیل خود محصول/خدمات در طرح کسب و کار
هشتم	آشنایی با تحلیل فنی محصول/خدمات در طرح کسب و کار
نهم	آشنایی با قسمت های مالی/اقتصادی طرح کسب و کار
دهم	مرور مفاهیم اقتصاد مهندسی - IRR - نرخ های تنزیل
یازدهم	جمع بندی مباحث طرح کسب کار و مقدمه ای بر طرح امکان سنجی (FS و BP)
دوازدهم	آشنایی با نگارش یک طرح امکان سنجی
سیزدهم	مروری بر قانون تجارت ایران و انواع شرکت های قابل تاسیس
چهاردهم	مروری بر روش های تامین مالی
پانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق
شانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۵۰	اختیاری	%۳۰	-	%۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- کارآفرینی، یک جرعه از بی نهایت، علیرضا فیض بخش، انتشارات موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۹۰
- ۲- کتاب جامع کارآفرینی و کسب و کار، دکتر تیمور آقایی فیشانی، مهندس محمود زارع نیا، انتشارات کتاب طلایی جامع، ۱۳۹۰

۳. Fundamentals of Entrepreneurship, Alloysius Augustine Ogbe, Panamaline Books Distributors, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: حقوق شهروندی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۲	کلیات حقوق شهروندی
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا نمودن کلیه شهروندان و بالاحص دانشجویان و پژوهشگران تمامی رشته های دانشگاهی در دوره های کارشناسی و کاردانی با حقوق و تکالیف شهروندی به شرح مندرج در قانون اساسی و سایر قوانین و مقررات کشور منبعث از فرهنگ غنی و ارزشمند ایرانی-اسلامی است. همچنین آشنایی با تکالیفی که شهروندان در قبال دولت و ملت باید انجام دهند بوده و مبانی مفهومی حقوق شهروندی بصورت نظری و راهکارهای عملی، نحوه مطالبه حقوق شهروندی بالاحص اجرای مفاد حقوق شهروندی که خود چکیده و عصاره کلیه حقوق و آزادی های فردی شهروندی است. با توجه به اینکه در منشور حقوق شهروندی تکلیف آموزش عمومی به عهده وزارتخانه علوم، تحقیقات و فناوری به همراه سایر وزارتخانه های آموزشی از جمله آموزش و پرورش و بهداشت درمان و آموزش پزشکی گذاشته شده است ایجاد این واحد درسی در نظر گرفته شد.

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مقدمه: کلیات: تعاریف، مفاهیم و عبارات



قانون اساسی	
قوانین عادی	
رویه قضایی	
مقررات	
فصل دوم: انواع و ویژگی های حقوق شهروندی - حقوق مدنی و سیاسی شهروندان حق مشارکت آزادی بیان حق دسترسی به اطلاعات حق بر دادرسی و دادخواهی منصفانه حق حریم خصوصی - حقوق اقتصادی و اجتماعی شهروندان حق بر کار حق بر آموزش حق بر سلامتی حق مالکیت - حقوق فرهنگی شهروندان حق بر علم حق بر مشارکت فرهنگی - حق شهروندان بر محیط زیست سالم و صلح حق بر محیط زیست سالم حق بر صلح	نهم تا دوازدهم



فصل سوم: حقوق شهروندی در عمل - آشنایی با ساختارها و نهادهای مرتبط با حقوق شهروندی در ایران - حقوق شهروندی در حوزه عمومی/ خصوصی - فرایندهای شکلی و دادرسی در احقاق حقوق شهروندی - چالش های توسعه حقوق شهروندی	سیزدهم تا شانزدهم
---	----------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ورعی- سید جواد، حقوق شهروندی در اندیشه اسلامی، انتشارات میراث اهل قلم، تهران، ۱۳۹۵
- ۲- شریفی تراز کوهی، حسین، زمینه ها، ابعاد و آثار حقوق شهروندی بنیاد حقوق میزان، تهران، ۱۳۹۶
- ۳- صالحی، عطاء اله، سیر تحول تاریخی مفاهیم شهروندی و حقوق شهروندی انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۴- مرادخانی، احمد، خزایی، احمد رضا، مبانی فقهی حقوق شهروندی با رویکردی بر حقوق سیاسی و اجتماعی، انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۵- شریفی طراز کوهی، حسین، درآمدی بر شهروندی جهانی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۲
- ۶- جعفری، فریدون و دیگران، کلیات حقوق شهروندی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۷
- ۷- جاوید، محمد جواد، حقوق بشر و حقوق شهروندی در آراء ائمه شیعه، نشر مخاطب، تهران، ۱۳۹۵
- ۸- کریمی، عباس و دیگران- حقوق شهروندی در قلمرو شهرنشینی، نشر دادگستری، تهران، ۱۳۹۵
- ۹- طباطبایی موتنی، منوچهر، آزادی های عمومی و حقوق بشر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷
- ۱۰- آیت اله جوادی آملی، فلسفه حقوق بشر انتشارات اسراء، تهران، ۱۳۹۷



سرفصل درس: مخاطرات محیطی													
عنوان درس به فارسی: مخاطرات محیطی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Environmental Hazards of Iran							
	تعداد واحد نظری: تعداد واحد عملی: تعداد واحد نظری: ۲ تعدا واحد عملی:	الزامی	تخصصی										
		اختیاری											
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐													
سال ارائه درس: سال چهارم													

اهداف درس:

شناخت انواع مخاطرات طبیعی و انسانی و علل وقوع آن
تبیین نقش مخاطرات طبیعی و انسانی در برنامه ریزی محیطی در ایران

هفته	سرفصل
اول	تعریف مخاطرات طبیعی و انسانی
دوم	زمین لرزه ها
سوم	آتشفشان ها
چهارم	حرکات دامنه ای
پنجم	مخاطرات اقلیمی سیلاب
ششم	مخاطرات ریز گرد ها
هفتم	آتش سوزیهای طبیعی
هشتم	مخاطرات برف و تگرگ
نهم	خشکسالی
دهم	آشنایی با مخاطرات ناشی از مداخلات انسانی (آلودگی ها و فرو نشست)
یازدهم	مخاطرات با منشأ سیاسی



دوازدهم	سنجش پایداری زیر ساخت های شهری و روستایی در برابر مخاطرات
سیزدهم	سنجش پایداری زیر ساخت ها در محیط های طبیعی
چهاردهم	تهیه نقشه های خطر
پانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی شهری
شانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی روستایی

ارزشیابی

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- قهرودی تالی، منیژه، ۱۳۹۳، فرهنگ واژگانه مخاطرات محیطی، جلد اول، قطب مخاطرات محیطی ایران
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۹۴)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳- کیت، اسمیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، تهران، انتشارات سمت.
- ۴- Keller, E.A., and DeVecchio, D.E. ۲۰۱۲. Earth's Processes as Natural Hazards, Disasters and Catastrophes. Pearson Education, Inc.

منابع کمکی:



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۲						
دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۲
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۲
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	تعداد واحد عملی: ۱					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال اول به بعد						

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۲

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول دوم سوم	شناسایی اسیلوسکوپ
چهارم پنجم ششم	شناسایی گلوانومتر و تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر
هفتم هشتم نهم	رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی
دهم یازدهم دوازدهم	رسم منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور
سیزدهم	اندازه گیری ظرفیت خازنها



چهاردهم	
پانزدهم	
شانزدهم	جمع‌بندی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
تجهیزات مربوط به انجام آزمایش‌های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



۴-۳- سرفصل های دروس اختیاری مکاترونیک

۱۵۳



سرفصل درس: آزمایشگاه سیستم های اندازه گیری							
دروس همניاز: سیستم های اندازه گیری	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه سیستم های اندازه گیری
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Measurement System Laboratory
	تعداد واحد نظری:		تخصصی				
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:						
	تعداد واحد عملی: ۱						
الزامی		اختیاری					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

انجام عملی آزمایش ها در درک بهتر دانشجویان از مطالب تئوری درس سیستم های اندازه گیری کمک می نماید. دانشجویان در این درس با انواع تجهیزات اندازه گیری آشنا می شوند. همچنین دانشجویان با نحوه اتصال سنسورها به کامپیوتر یا میکروکنترلر و أخذ داده به صورت دیجیتال آشنا می شوند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	نکات عملی و ایمنی کار در آزمایشگاه، ابزارها، اصول گزارش نویسی
دوم	اندازه گیری کمیت های الکتریکی ۱
سوم	اندازه گیری کمیت های الکتریکی ۲
چهارم	مدار پل وتسون
پنجم	مدار تقویت کننده عملیاتی
ششم	فیلترهای آنالوگ و انتگرالگیر
هفتم	اندازه گیری دما
هشتم	اندازه گیری فشار
نهم	اندازه گیری کرنش
دهم	اندازه گیری جابجایی، سرعت و شتاب خطی
یازدهم	اندازه گیری زاویه و سرعت دورانی
دوازدهم	اندازه گیری صدا
سیزدهم	اندازه گیری دبی



چهاردهم	کار با مبدل های آنالوگ به دیجیتال
پانزدهم	کار با نرم افزار لب ویو
شانزدهم	کار با نرم افزار لب ویو

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	٪۵۰	-	٪۵۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- A. Moris, R. Langari, Measurement and Instrumentation: Theory and Application, Elsevier, ۲nd ed., ۲۰۱۵
- ۲- P. F. Dunn, Measurement, Data Analysis, and Sensor Fundamentals for Engineering and Science, CRC Press, ۲۰۱۹



سرفصل درس: رباتیک							
همینياز: دینامیک ماشین	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: رباتیک
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Robotics
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری				
	تعداد واحد عملی: -						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

در این درس دانشجویان با مفاهیم پایه علم رباتیک بویژه درمورد بازوهای رباتیکی یا رباتهای پایه ثابت آشنا خواهند شد. این مفاهیم شامل انواع طراحی مکانیزمها و فضای کاری بازوهای رباتیکی، سینماتیک موقعیت مستقیم و معکوس آنها، سینماتیک سرعت مستقیم و معکوس و آشنایی با ماتریس ژاکوبین، برنامه ریزی مسیر، تحلیل دینامیکی (معادلات حرکت) می باشند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، تاریخچه، تعاریف اولیه و انواع رباتهای پایه ثابت و متحرک، مفاصل و مکانیزمها در بازوهای مکانیکی
دوم	آشنایی با طراحی رباتها و اجزای آنها
سوم	مفاهیم پایه ای ریاضی در رباتیک (بردارها و دستگاههای مختصات): تبدیل مختصات با در نظر گرفتن دوران و جابجایی، نصب دستگاههای مختصات هر عضو، آشنایی با پارامترهای D-H استخراج ماتریس تبدیل مختصات
چهارم	تحلیل سینماتیک موقعیت مستقیم بازوهای مکانیکی سری (روشهای تحلیلی و هندسی)
پنجم	تحلیل سینماتیک موقعیت معکوس بازوهای مکانیکی
ششم	تحلیل سینماتیک سرعت و شتاب و مفاهیم ماتریس ژاکوبین
هفتم	آشنایی با فضاهای کاری متنوع، اشاره به حالات انفراد (تکین)



هشتم	تحلیل استاتیکی نیروها در بازوهای مکانیکی
نهم	تحلیل دینامیکی مستقیم و معکوس بازوهای مکانیکی (روش نیوتن - اویلر)
دهم	تحلیل دینامیکی مستقیم و معکوس بازوهای مکانیکی (روش لاگرانژ)
یازدهم	تحلیل دینامیکی بازوهای مکانیکی در فضای کارترین
دوازدهم	طراحی مسیر حرکت ربات: مسیرهای زمانی - مکانی
سیزدهم	طراحی مسیر حرکت ربات: طراحی مسیر بهینه زمانی، انواع توابع
چهاردهم	مدلسازی و کنترل مفصل مستقل: اضافه سازی دینامیک عملگر DC و بررسی رفتار سیستم‌های رسته دوم
پانزدهم	پروژه نهایی درس
شانزدهم	پروژه نهایی درس

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۵	-	٪۳۵	٪۳۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Craig, John J. Introduction to robotics: mechanics and control, ۴th ed. Pearson, ۲۰۱۷.
۲. Murray, Richard M. A mathematical introduction to robotic manipulation. CRC press, ۲۰۱۷.
۳. Siciliano, Bruno, et al. Robotics: modelling, planning and control. Springer Science & Business Media, ۲۰۱۰.
۴. Spong, Mark W., and Mathukumalli Vidyasagar. Robot dynamics and control. John Wiley & Sons, ۲۰۰۸.

منابع کمکی:

۱. Angeles, Jorge. Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms, (Mechanical Engineering Series), ۴th ed. Springer, ۲۰۱۴.
۲. Niku, Saeed B. Introduction to robotics: analysis, control, applications. John Wiley & Sons, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: مکاترونیک								
دروس پیش نیاز: مبانی مهندسی برق ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکاترونیک		
	تعداد واحد عملی:					عنوان درس به انگلیسی: Mechatronics		
	تعداد واحد نظری:		الزامی	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸			
	تعداد واحد عملی:						تخصصی	
	تعداد واحد نظری: ۳							اختیاری
	تعدا واحد عملی: -							
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒								
سال ارائه درس: سال سوم به بعد								

اهداف درس:

پایه سازی روز افزون سیستم‌های هوشمند و کنترلی بر روی سیستم‌های مکانیکی نیازمند داشتن دانشی دقیق از سیستم‌های ترکیبی مکانیکی - الکترونیکی، حسگرها، عملگرها و ... است. از این رو آموزش مبانی «نظری و عملی» سیستم‌های مکاترونیکی و کسب مهارت‌های لازم مهندسی جهت طراحی محصولات مکاترونیکی توسط دانشجویان از اهداف این درس می‌باشند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه : پیدایش مکاترونیک، نیازها، اهداف و کاربردها، پروژه‌ها و محصولات و سیستم‌های مکاترونیکی
دوم	اصول، مبانی و انواع سنسورها و ترانسدیوسرها (برای اندازه گیری هوشمند)
سوم	آشنایی با الکترونیک کاربردی (برای مهندسين مکانیک)
چهارم	مدارها و عناصر پایه آنالوگ و دیجیتال (مقاومت، خازن، سلف، دیود، ترانزیستور، ماسفت، آپ-امپ و ...)
پنجم	
ششم	تولید و آماده سازی سیگنال
هفتم	فیلترها و روشهای پردازش و تحلیل سیگنال آنالوگ
هشتم	مروری بر مبانی مدارهای منطقی
نهم	دریافت و تبدیل دیتای آنالوگ- دیجیتال و بوردهای ارتباطی کامپیوتر،
دهم	انتقال دیجیتال و پروتکل‌ها، پردازش داده‌ها و سیگنال‌های دیجیتال
یازدهم	سنسورها و اندازه‌گیری کمیتها در سیستم‌های مکاترونیکی: جابه جایی، سرعت، شتاب و ...
دوازدهم	محركه‌ها در سیستم‌های مکاترونیکی : سروو موتورهای DC، استپر موتورها، محركه‌های مدرن و ...



سیزدهم	
چهاردهم	روش ها و پیاده سازی کنترل (دیجیتال) سیستمها به کمک کامپیوتر
پانزدهم	معرفی میکروکنترلر، آشنایی با PLC
شانزدهم	پروژه نهایی درس مکاترونیک

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۳۰	اختیاری	٪۳۵	٪۲۵	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Cetinkunt, S., Mechatronics, Wiley, ۲۰۰۷.
۲. Doebelin, Ernest O., Measurement systems: application and design, McGraw-Hill series in mechanical and industrial engineering, ۵th ed., ۲۰۰۴.
۳. David, G. Alciatore. Introduction to mechatronics and measurement systems. McGraw-Hill education, ۲۰۱۸.
۴. Alciatore, D. G. and Histan, M. B., Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, ۴rd Edition, McGraw-Hill, ۲۰۱۱.
۵. Figliola, Richard S., and Donald Beasley. Theory and design for mechanical measurements. John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.



سرفصل درس: آزمایشگاه مکترونیک								
دروس همنیاز: مکترونیک	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آز مکترونیک		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۲۴	عنوان درس به انگلیسی: Mechatronics Laboratory		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: -	اختیاری						
	تعدا واحد عملی: ۱							
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد								
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال سوم به بعد								

اهداف درس:

آشنایی عملی با روش های پیاده سازی سیستمهای مکترونیکی و کار با انواع مدارهای مجتمع، حسگرها، محرکه های الکترومکانیکی، میکروکنترلرها و ... جهت کسب مهارت های لازم مهندسی جهت طراحی محصولات مکترونیکی توسط دانشجویان از اهداف این درس می باشند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر مفاهیم اولیه الکترونیک شامل: منابع جریان مستقیم و متناوب، ابزارهای اندازه گیری، اسیلوسکوپ
دوم	آشنایی با دیودها و بررسی مشخصات آنها
سوم	آشنایی با ترانزیستورهای BJT و MOSFET
چهارم	آشنایی با تقویت کننده های عملیاتی
پنجم	آشنایی با رگولاتورهای ولتاژ
ششم	آشنایی با نرم افزارهای شبیه سازی عملکرد مدارهای الکترونیکی از جمله Micro- Cap، مروری بر نرم افزارهای مدل سازی سیستم های مکترونیکی به روش گراف باند
هفتم	آشنایی با بردهای Arduino
هشتم	اصول کار با حسگرهای ساده، مدارهای راه انداز حسگر، حسگرهای موقعیت (کلید، پتانسومتر، انکودر)، حسگرهای سرعت (انکودرهای افزایشی).
نهم	اصول کار با عملگرهای ساده، مدارهای راه انداز عملگر، تولید پالس PWM، کنترل سرعت موتور DC
دهم	اصول کار با سروموتورها، کنترل موقعیت، کنترل خطی و غیرخطی سروموتورها، کنترل گشتاور
یازدهم	کنترل موقعیت موتورهای خطی، حسگرهای کنترل موقعیت خطی، کنترل عملگرها از طریق نرم افزار



	MATLAB
دوازدهم	کنترل حرارت، پیاده سازی کنترل کننده های PID ، On-Off و Fuzzy-PID
سیزدهم	طراحی و پیاده سازی نیروسنج به کمک strain gauge ؛ مجهز به آمپلی فایر و نمایشگر
چهاردهم	آشنایی با عملگرهای توان بالا و آشنایی با کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر
پانزدهم	ساخت و کنترل یک ربات به کمک بسته ی آموزشی
شانزدهم	پروژه نهایی از مکاترونیک

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۰	اختیاری	٪۴۰	-	٪۵۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Doebelin, Ernest O., Measurement systems: application and design, McGraw-Hill series in mechanical and industrial engineering, ۵th ed., ۲۰۰۴.
۲. Cetinkunt, S., Mechatronics, Wiley, ۲۰۰۷.
۳. David, G. Alciatore. Introduction to mechatronics and measurement systems. Mcgraw-Hill education, ۲۰۱۸.
۴. Alciatore, D. G. and Histan, M. B., Introduction to Mechatronics and Measurment Systems, ۴rd Edition, McGraw-Hill, ۲۰۱۱.
۵. Figliola, Richard S., and Donald Beasley. Theory and design for mechanical measurements. John Wiley & Sons, ۲۰۱۵.



سرفصل درس: شبیه‌سازی سیستم‌های دینامیکی و کنترل						
دروس پیش‌نیاز: کنترل اتوماتیک	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: شبیه‌سازی سیستم‌های دینامیکی و کنترل
	تعداد واحد عملی:				۳	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Simulation of Dynamic Systems and Control
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

هدف از ارائه این درس، آشنایی دانشجویان با مدلسازی ریاضی و شبیه سازی سیستم های دینامیکی و روش های کنترل آنها است. در این درس، به مدلسازی ریاضی سیستم های دینامیکی مختلف از جمله تقویت کننده های عملیاتی، سیستم های هیدرولیک و نیوماتیک و سیستم های حرارتی پرداخته می شود. در ضمن، دانشجویان با روش حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر سیستم های دینامیکی به کمک سیمولینک متلب آشنا می شوند و لذا می توانند پاسخ دینامیکی سیستم ها را نسبت به شرایط اولیه و تحریکات خارجی شبیه سازی نمایند. در ادامه، روش های طراحی کنترلر تناسبی-انتگرالی-مشتق گیر (PID) و جبران سازهای پسفاز و پیشفاز ارائه می گردند. به منظور تسلط دانشجویان بر این روش ها، در قالب پروژه درس از ایشان خواسته می شود تا یک سیستم دینامیکی را انتخاب و کنترلر و جبران ساز مناسبی را برای آن طراحی نموده و عملکرد سیستم حلقه بسته را در حضور نویز حسگر، اغتشاش عملگر و عدم قطعیت پارامتری با حل معادلات مربوطه به کمک سیمولینک متلب مورد ارزیابی قرار دهند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مدلسازی ریاضی تقویت کننده های عملیاتی، کنترلرهای متشکل از تقویت کننده های عملیاتی



دوم	مدلسازی ریاضی سیستم‌های نیوماتیکی
سوم	انواع کنترلرهای نیوماتیکی
چهارم	مدلسازی ریاضی سیستم‌های هیدرولیکی، کنترلرهای هیدرولیکی
پنجم	مدلسازی ریاضی سیستم‌های حرارتی
ششم	حل عددی معادلات دیفرانسیل به کمک سیمولینک متلب
هفتم	آشنایی با انواع کنترلرهای صنعتی، مقایسه کنترلرهای P، PD، PI و PID
هشتم	بررسی اثر ضرایب کنترلر PID بر مشخصه‌های گذرا، مشخصه‌های ماندگار و پایداری سیستم‌ها
نهم	قواعد زیگلر-نیکولز برای تنظیم پارامترهای کنترلر PID، استفاده از PID Tuner در متلب برای تنظیم پارامترها
دهم	مروری بر منحنی مکان هندسی ریشه‌ها، کنترل سیستم‌ها به روش تنظیم بهره، آشنایی با جبرانسازهای پسفاز و پیشفاز
یازدهم	طراحی جبرانساز پیشفاز به روش منحنی مکان هندسی ریشه‌ها، شبیه‌سازی یک نمونه سیستم حلقه بسته در سیمولینک متلب
دوازدهم	طراحی جبرانسازهای پسفاز و پیشفاز-پسفاز به روش منحنی مکان هندسی ریشه‌ها
سیزدهم	مروری بر پاسخ فرکانسی، دیاگرام‌های بود و نایکوویست، مفاهیم حاشیه فاز و حاشیه بهره
چهاردهم	طراحی جبرانساز پیشفاز به روش پاسخ فرکانسی
پانزدهم	طراحی جبرانسازهای پسفاز و پیشفاز-پسفاز به روش پاسخ فرکانسی
شانزدهم	ارائه پروژه‌های درسی انجام شده توسط دانشجویان در قالب سمینار

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰	-	٪۴۵	٪۲۵	٪۱۰



ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدئوپروژکتور

منابع اصلی:

۱. K. Ogata, System Dynamics, ۴th Edition, Pearson Education Limited, ۲۰۱۳.
۲. K. Ogata, Modern Control Engineering, ۵th Edition, Pearson Education, ۲۰۱۱.
۳. N.S. Nise, Control Systems Engineering, John Wiley & Sons, ۲۰۱۹.
۴. F. Golnaraghi, B.C. Kuo, Automatic Control Systems, ۱۰th Edition, McGraw-Hill Education, ۲۰۱۷.
۵. R.C. Dorf, R.H. Bishop, Modern Control Systems, ۱۳rd Edition, Pearson, ۲۰۱۷.



سرفصل درس: سیستم های هیدرولیک و پنوماتیک و آزمایشگاه						
پیشنیاز: مکانیک سیالات ۱ و کنترل اتوماتیک (یا همزمان)	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم های هیدرولیک و پنوماتیک و آزمایشگاه
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Hydraulic and Pneumatic systems with lab
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی: ۱					
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس:						

اهداف درس:

هدف از این درس، آشنایی با اجزا و مدارهای پایه در هیدرولیک و نیوماتیک، آشنایی با انواع پمپ ها و کمپرسورها، تهیه و توزیع هوای فشرده، آشنایی با ساختار و کاربردهای شیرهای کنترل جهت، دبی و فشار، آشنایی با شیرها و مدارهای منطقی نیوماتیکی، طراحی مدارهای کنترل ترتیبی، آشنایی با کنترل کننده های صنعتی برنامه پذیر و کاربرد آنها در کنترل سیستم های هیدرولیک و نیوماتیک می باشد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	عملگرهای صنعتی، اصول اولیه، کاربردها، مزایا و محدودیت های سیستم های هیدرولیک و نیوماتیک.
دوم	آشنایی با انواع کمپرسورها، تولید و توزیع هوای فشرده، هزینه های هوای فشرده، واحد مراقبت.
سوم	انواع شیرهای کنترل جهت: ساختار و نحوه ی عملکرد، نحوه فرمان، روش های نصب، سائز و سمل ها.
چهارم	آشنایی با مدارهای پایه در نیوماتیک، کنترل مبتنی بر زمان، مکان و فشار، شیرها و مدارهای منطقی نیوماتیکی
پنجم	کنترل ترتیبی سیستم های نیوماتیکی، تداخل سیگنال و روش های رفع تداخل
ششم	سیستم های الکترونیوماتیک، انواع سوییچ ها و سلونوئیدها، مدارهای پایه و کنترل ترتیبی در الکترونیوماتیک
هفتم	آشنایی با کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر، استفاده از PLC در کنترل سیستم های هیدرولیک و نیوماتیک
هشتم	آشنایی با انواع پمپ ها: جابجایی معین و نامعین، جابجایی ثابت و متغیر، راندمان های پمپ.



نهم	انواع شیرهای کنترل فشار، کاربردها و مدارهای مربوطه.
دهم	انواع شیرهای کنترل دبی، کاربردها و مدارهای مربوطه.
یازدهم	آزمایشگاه: شبیه سازی مدارهای نیوماتیک و الکترونیوماتیک با نرم افزار Automation Studio
دوازدهم	آزمایشگاه: شبیه سازی مدارهای هیدرولیک و الکترو هیدرولیک با نرم افزار Automation Studio
سیزدهم	آزمایشگاه: طراحی و اجرای مدارهای پایه، منطقی و کنترل ترتیبی سیلندرها در نیوماتیک
چهاردهم	آزمایشگاه: طراحی و اجرای مدارهای پایه، منطقی و کنترل ترتیبی سیلندرها در الکترونیوماتیک
پانزدهم	آزمایشگاه: طراحی و اجرای مدارهای پایه هیدرولیک، بدست آوردن منحنی مشخصه پمپ هیدرولیک
شانزدهم	آزمایشگاه: بدست آوردن منحنی مشخصه رلیف ولو، بدست آوردن منحنی مشخصه شیرهای کنترل دبی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۱۰	٪ ۳۰	٪ ۵۰	--	٪ ۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

منابع اصلی:

۱. M. Jalal Rabie, Fluid Power Engineering, McGraw-Hill, ۲۰۰۹.
۲. هیدرولیک صنعتی، جلد دوم، احمد رضا مدینه، ۱۳۹۳



سرفصل درس: مقدمه ای بر پردازش سیگنال						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر پردازش سیگنال	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		الزامی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
				اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی: Introduction to Signal Processing	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با انواع سیگنال و تبدیل های مختلف مورد استفاده در پردازش سیگنال، شناخت فیلترهای آنالوگ و دیجیتال و کاربردهای آنها، توانایی انجام پردازش سیگنال های واقعی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	دسته بندی انواع سیگنال، سیگنال های پیوسته و گسسته
دوم	مرور بر تبدیل لاپلاس و تابع تبدیل سیستم، انواع سیستم
سوم	معادلات تفاضلی، تعریف و خواص تبدیل Z
چهارم	ارتباط تبدیل لاپلاس و تبدیل Z، کاربردهای تبدیل Z
پنجم	سری فوریه و تبدیل فوریه پیوسته
ششم	تبدیل فوریه گسسته
هفتم	فیلترهای آنالوگ و مشخصات فیلترها



هشتم	ارتباط بین محل صفر و قطب و خواص فیلتر
نهم	فیلترهای دیجیتال، فیلترهای FIR و IIR
دهم	مدولاسیون دامنه و فرکانس
یازدهم	تبدیل هیلبرت و آنالیز انولوپ
دوازدهم	تبدیل فوریه کوتاه مدت و اسپکتروگرام
سیزدهم	تبدیل موجک پیوسته
چهاردهم	تبدیل موجک گسسته
پانزدهم	کاربردهای تبدیل موجک
شانزدهم	مباحث کاربردی پردازش سیگنال

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۰	اختیاری	٪۵۰	٪۲۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Proakis, John G., and Dimitris K. Manolakis. "Digital Signal Processing", 4th ed. Pearson, ۲۰۰۶.
۲. Alan V. Oppenheim and Ronald W. Schaffer. "Discrete-Time Signal Processing", ۳rd ed. Pearson, ۲۰۱۳
۳. K. Shin, J. K. Hammond, "Fundamentals of Signal Processing for Sound and Vibration Engineers", Wiley, ۲۰۰۸
۴. D. Sundararajan, "Discrete Wavelet Transform: A Signal Processing Approach", Wiley, ۲۰۱۶



سرفصل درس: طراحی مکانیزمها								
دروس همنیاز: دینامیک ماشین	تعداد واحد نظری:		پایه		تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی مکانیزمها		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی	نوع واحد	عنوان درس به انگلیسی: Mechanism Design		
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری					
	تعدا واحد عملی: -							
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒								
سال ارائه درس: سال سوم به بعد								

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با روش های لازم جهت طراحی سینماتیکی مکانیزمهای صفحه ای برای ایجاد حرکت، ایجاد تابع و ایجاد مسیر با داشتن دو تا پنج نقطه دقت متمایز متوالی محدود و نامحدود با تاکید بر مکانیزمهای چهار میله ای؛ و همچنین ایجاد مهارت های کافی در این زمینه از طریق حل مسائل صنعتی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مبانی طراحی مکانیزمها: مفاهیم آنالیز و سنتز در مکانیزمها - سنتز نوعی، تعدادی، ابعادی و رتبه ای - سنتز هندسی (ترسیمی)، تحلیلی و عددی - سنتز برای ایجاد حرکت، تابع و مسیر - مفهوم نقطه دقت.
دوم	
سوم	تئوری انحناء مسیر: مفاهیم قطب و مرکز چرخش، شتاب غلتشی، دایره عطف و دایره برس، قطب شتاب و
چهارم	قطب عطف - مرکز انحناء مسیر، معادلات اوپلر- ساواری، ساختار هارتمن، ساختار بابیلیه - منحنی نقاط هم انحناء و مزدوج آن - منحنی درجه سوم نقاط با انحناء ایستا و مزدوج آن- نقطه بال، منحنی نقاط بال
پنجم	
ششم	منحنی نقطه رابط مکانیزم چهارمیله ای: معادله منحنی نقطه رابط مکانیزم چهارمیله ای - دایره کانون های منفرد، نوع و تعداد نقاط دوگانه - کانون منفرد سوم، قضیه رابرتس- چپی شف، مکانیزمهای هم اصل چهار و شش میله ای - مکانیزمهای وارونگر
هفتم	
هشتم	طراحی مکانیزم چهارمیله ای برای ایجاد حرکت: قطب مطلق، قضایای هندسی مربوطه و طراحی برای دو نقطه دقت - مثلث قطبی، نقطه اصلی و نقطه مرکز، قطب معکوس و طراحی برای سه نقطه دقت - چهارضلعی های قطبی متقابل، منحنی درجه سوم قطبی یا منحنی نقاط مرکز، منحنی نقاط دایره، حالات تباه شده منحنی نقاط مرکز و نقاط دایره، طراحی برای چهار نقطه دقت - نقاط بورمیستر و طراحی برای پنج نقطه دقت - طراحی بهینه برای بیش از پنج نقطه دقت.



نهم	طراحی مکانیزم چهارمیله‌ای برای ایجاد تابع: قطب نسبی و قضایای هندسی مربوطه، طراحی برای دو نقطه
دهم	دقت - طراحی برای سه، چهار، و پنج نقطه دقت - طراحی بهینه برای بیش از پنج نقطه دقت - معادله جبری فرویدن‌اشتاین - فاصله‌بندی چپی‌شف، بررسی خطاهای حاصله و فاصله‌بندی مجدد - حل دستگاه معادلات غیرخطی فرویدن‌اشتاین برای بیش از سه نقطه دقت.
یازدهم	طراحی مکانیزم چهارمیله‌ای برای ایجاد مسیر: طراحی برای سه تا پنج نقطه دقت برای ایجاد منحنی نقطه
دوازدهم	رابط به عنوان مسیر برای مکانیزم چهارمیله‌ای با روش‌های ترسیمی، تحلیلی و عددی.
سیزدهم	
چهاردهم	آشنایی با مکانیزمهای فضایی: آشنایی با مکانیزمهای فضایی و طبقه‌بندی آنها - تحلیل و سنتز جابه‌جایی در
پانزدهم	مکانیزمهای فضایی - روش تحلیل به وسیله ماتریس تبدیل هارتنبرگ.
شانزدهم	پروژه و سمینار نهایی درس

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۳۰	اختیاری	٪۳۵	٪۲۵	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

1. Norton, Robert L. Design of machinery: an introduction to the synthesis and analysis of mechanisms and machines. McGraw-Hill Higher Education, ۲۰۰۴.
2. McCarthy, J. Michael, Kinematic Synthesis of Mechanisms: A project based approach, MDA Press, ۲۰۱۹.
3. Hartenberg, R.S. and J. Denavit, J., Kinematic Synthesis of Linkages, McGraw-Hill Book Company, ۱۹۶۳.
4. Samuel Molian., Mechanism Design, Elsevier, ۱۹۹۷.
5. Sandor, G.N. and Erdman, A.G. Mechanism Design, ۲ Vol., Englewood Cliffs, ۲nd Ed., New Jersey: Prentice-Hall, Inc., ۱۹۹۱.
6. A. G. Erdman and G. N. Sandor, Mechanism Design Analysis and Synthesis 4th Edition, Vol I & II.



سرفصل درس: مقدمه‌ای بر کنترل فازی						
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل اتوماتیک	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مقدمه‌ای بر کنترل فازی
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Introduction to Fuzzy Control
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

در این درس دانشجویان با مفاهیم، تعاریف و سابقه تئوری و منطق فازی آشنا می شوند. مجموعه‌ها، روابط و ریاضیات فازی مرور خواهد شد و دانشجویان با کاربردهای سیستم‌های فازی در مسائل مهندسی آشنا می شوند. روش‌های گوناگون مدل سازی فازی ارائه می شود و طراحی سیستم‌های کنترلی به روش فازی مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه و آشنایی اولیه با نظریه فازی و کاربردهای مختلف آن
دوم	نسبت یا رابطه، گزاره، نقیض گزاره، ترکیب فصلی، ترکیب عطفی
سوم	گزاره‌های حمله و شرطی، خواص ترکیب‌های فصلی و عطفی دو گزاره
چهارم	استنتاج منطقی، قانون قیاس، قانون انتزاع، قانون نقیض انتزاع
پنجم	اشکال چهارگانه قیاس اقتراعی، ضرب‌های ۱۶ گانه هریک از اشکال قیاس
ششم	مجموعه‌های فازی: مقدمه، تعاریف و اصطلاحات مجموعه‌های فازی، عملیات روی مجموعه‌های فازی
هفتم	مجموعه‌های فازی: فرمولاسیون و روابط پارامترهای توابع عضویت
هشتم	انواع اجتماع و اشتراک و متمم، اپراتورهای T نرم و S نرم
نهم	روابط و قواعد فازی: مقدمه، اصل توسعه و روابط فازی، قواعد اگر-آنگاه فازی



هفته	سرفصل
دهم	متغیرهای کلامی، قواعد فازی زاده، ممدانی، سوگینو، تسوکوماتو و ...
یازدهم	استنتاج فازی: استدلال‌های فازی و استدلال‌های تقریبی، تعاریف مربوط به استنتاج‌های منطقی فازی، مقایسه و نمایش نوع استنتاج‌های فازی
دوازدهم	اجزای سیستم‌های فازی (فازی‌ساز، پایگاه قوانین، موتور استنتاج فازی و فازی زدا)
سیزدهم	طراحی فازی سیستم و شناسایی و تقریب فرایندها و سیستم‌های غیرخطی بر اساس داده‌های ورودی و خروجی به کمک منطق فازی، شناسایی فازی سیستم‌ها بر اساس الگوریتم‌های گرادیان نزولی و کمترین مربعات
چهاردهم	تحلیل پایداری سیستم‌های کنترل فازی: تعاریف پایداری عمومی و محلی، پایداری ورودی-خروجی (BIBO)
پانزدهم	کنترل سیستم‌های خطی تک ورودی-تک خروجی و چند ورودی-چند خروجی بر اساس منطق فازی
شانزدهم	طراحی کنترل‌کننده‌های فازی PD، PI و PID بر اساس سعی و خطا

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪ ۱۰	٪ ۳۰	٪ ۴۵	-	٪ ۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدئو پروژکتور

منابع اصلی:

۱. L. X. Wang, A Course in Fuzzy Systems and Control, Prentice Hall Press, ۱۹۹۹.
۲. G. Chen, T. T. Pham, Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems, CRC press, ۲۰۰۰.
۳. H. J. Zimmermann, Fuzzy set theory and its applications, Springer Science & Business Media, ۲۰۱۱.
۴. K. M. Passino and S. Yurkovich, Fuzzy Control, Addison Wesley Longman, ۱۹۹۸.
۵. B. Kosko, Fuzzy Engineering, Prentice Hall, ۱۹۹۶.
۶. Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation, James M. Keller, Derong Liu, et al., ۲۰۱۶.



سرفصل درس: سیستم‌های کنترل صنعتی						
پیشنیاز یا همنیاز: کنترل اتوماتیک	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های کنترل صنعتی
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Industrial Control systems
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	اختیاری				
	۳					
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

در این درس دانشجویان با ساختارهای مختلف کنترل صنعتی و روش‌های طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌ها در صنعت آشنا می‌شوند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعاریف و کلیات: فرآیند صنعتی، مزایای اتوماسیون، عناصر اتوماسیون، مدل‌سازی و کنترل فرآیند، کنترل-کننده‌های PID
دوم	اتوماسیون صنعتی: مقدمه، نمودار کنترل سیستم از سخت‌افزار تا DCS و سپس FCS
سوم	مقدمه‌ای بر PID و PLC: اصول پایه، سخت‌افزار، روش‌های برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی نردبانی
چهارم	توسعه یک برنامه ساده، مثال‌هایی از کاربرد PLC در فرآیند صنعتی
پنجم	مدل‌سازی فرآیند: مدل‌سازی بر اساس اصول فیزیکی حاکم بر فرآیند، به دست آوردن معادلات حالت،
ششم	معرفی و مدل‌سازی مکانیزم‌های کنترل سطح، جریان، فشار، دما و غلظت
هفتم	شناسایی فرآیند: مدل‌سازی استاتیکی، مدل‌سازی دینامیک برای سیستم‌های مرتبه اول و دوم بدون تاخیر، فرآیندهای انتگرالی



هفته	سرفصل
هشتم	سیستم‌های نوسانی، معرفی نسبت کنترل‌پذیری و بهره‌نمایی نرمالیزه شده، روش‌های پاسخ فرکانسی
نهم	روش پاسخ فرکانسی زیگلر-نیکولز، روش فیدبک رله‌ای
دهم	روش‌های پیشرفته شناسایی پارامتری، روش حداقل مربعات، سیستم‌های گسسته و پیوسته مرتبه بالا
یازدهم	طراحی، تنظیم و پیاده‌سازی کنترل‌کننده PID: معیارهای طراحی کنترل‌کننده‌ها، معرفی بخش‌های مختلف کنترل‌کننده PID، اثر اشباع انتگرال‌گیر، انواع و روش‌های پیاده‌سازی
دوازدهم	معرفی یک کنترل‌کننده PID صنعتی، روش‌های DDC، روش‌های تنظیم زمانی زیگلر-نیکولز، IAE، JSE
سیزدهم	روش‌های تنظیم فرکانسی زیگلر-نیکولز و روش‌های دیگر، ویژگی‌های کنترل‌کننده PID، سیستم‌های با تاخیر و سیستم‌های مرتبه بالا
چهاردهم	معرفی ساختار کنترلی در صنعت: کنترل‌کننده‌های on/off، پیشخور (Feed Forward)، موازی (Cascade)، انتخابی (Selective)
پانزدهم	کنترل‌کننده‌های اولویت‌دار (Override)، کنترل نسبت (Ratio Control) و چند بازه‌ای (Split Range)
شانزدهم	ارائه پروژه‌های دانشجویی در قالب سمینار

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪ ۱۰	٪ ۳۰	٪ ۴۵	-	٪ ۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس مجهز به ویدئو پروژکتور

منابع اصلی:

۱. K.J. Astrom, T. Hagglund, Advanced PID Control, ISA-The Instrumentation, Systems, and Automation Society, ۲۰۰۶.
۲. A.J. Crispin, Programmable Logic Controllers and Their Engineering Applications, ۲nd Edition, McGraw-Hill, ۱۹۹۷.
۳. حمیدرضا تقی‌راد، مقدمه‌ای بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۶.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر روش های بهینه سازی مکانیکی								
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر روش های بهینه سازی مکانیکی	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد واحد نظری:			
					تعداد واحد عملی:			
	تعداد ساعت: ۴۸	الزامی	تخصصی		تعداد واحد نظری:			
					تعداد واحد عملی:			
					اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳		
						تعداد واحد عملی:		
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					عنوان درس به انگلیسی: An introduction of mechanical optimization		
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: چهارم								

اهداف درس:

آشنایی با اصول و مبانی بهینه سازی، روش های کلاسیک و تکاملی در بهینه سازی و استفاده کاربردی از آنها در مسائل مهندسی مکانیک

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	نمونه هایی از مسائل بهینه سازی در تحقیقات عملیات و کاربردهای فنی ، علمی فرمولبندی مسائل بهینه سازی ناشی از این مشکلات مروری بر روش های بهینه سازی
دوم	محدب و بهینه
سوم	روش های عددی برای بهینه سازی نامقید: روش نیوتن ، روش نزول Steepest و روش های شبه نیوتن.
چهارم	روش های تضمین جهت نزولی ، جستجوی خط. روش های حداقل مربعات غیر خطی (گوس-نیوتن).



آشنایی با روش های بهینه سازی مقید	پنجم
	ششم
بهینه سازی اکتشافی، روش جستجوی مستقیم	هفتم
بهینه سازی الگوریتم ژنتیک	هشتم
	نهم
	دهم
بهینه سازی تجمع ذرات	یازدهم
روش های ترکیبی بهینه سازی	دوازدهم
طراحی آزمایش و روش تاگوچی	سیزدهم
	چهاردهم
	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی



١- An Introduction to Optimization, Edwin K. P. Chong , Stanislaw H. Żak, ٢٠٠٨ John Wiley & Sons

٢- Particle Swarm Optimization, Maurice Clerc, ٢٠٠٦ John Wiley & Sons

٣- Genetic Algorithms and Engineering Optimization, Mitsuo Gen Runwei Cheng, ٢٠٠٠ John Wiley & Sons

٤- Quality Control, Robust Design, and the Taguchi Method, Dehnad, Khosrow, ١٩٨٩, Springer



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر کارآفرینی						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر کارآفرینی	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به انگلیسی: An Introduction to Entrepreneurship
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال چهارم						

سرفصل درس:

آشنایی با مفهوم کارآفرینی و حوزه‌های کسب و کار، آماده سازی طرح کسب و کار و تحلیل بازار، تامین مالی و قوانین تجارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی و انواع آن
دوم	آشنائی با انواع کسب و کار و مبانی و اصول کسب و کار
سوم	مروری بر مفاهیم مدیریت و تحلیل استراتژیک
چهارم	ارزیابی امکان سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
پنجم	آشنایی با چارچوب یک طرح کسب و کار
ششم	آشنایی با مدیریت و تحلیل بازار



هفتم	آشنایی با تحلیل خود محصول/خدمات در طرح کسب و کار
هشتم	آشنایی با تحلیل فنی محصول/خدمات در طرح کسب و کار
نهم	آشنایی با قسمت های مالی/اقتصادی طرح کسب و کار
دهم	مرور مفاهیم اقتصاد مهندسی - IRR - نرخ های تنزیل
یازدهم	جمع بندی مباحث طرح کسب کار و مقدمه ای بر طرح امکان سنجی (FS و BP)
دوازدهم	آشنایی با نگارش یک طرح امکان سنجی
سیزدهم	مروری بر قانون تجارت ایران و انواع شرکت های قابل تاسیس
چهاردهم	مروری بر روش های تامین مالی
پانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق
شانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۵۰٪	اختیاری	۳۰٪	-	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۳- کارآفرینی، یک جرعه از بی نهایت، علیرضا فیض بخش، انتشارات موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۹۰
- ۴- کتاب جامع کارآفرینی و کسب و کار، دکتر تیمور آقایی فیشانی، مهندس محمود زارع نیا، انتشارات کتاب طلایی جامع، ۱۳۹۰

۴. Fundamentals of Entrepreneurship, Alloysius Augustine Ogbe, Panamaline Books Distributors, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: حقوق شهروندی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: کلیات حقوق شهروندی
	تعداد واحد عملی:				۲	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Recongnition of the General of the Rights of Citizenship
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا نمودن کلیه شهروندان و بالاص دانشجویان و پژوهشگران تمامی رشته های دانشگاهی در دوره های کارشناسی و کاردانی با حقوق و تکالیف شهروندی به شرح مندرج در قانون اساسی و سایر قوانین و مقررات کشور منبعث از فرهنگ غنی و ارزشمند ایرانی-اسلامی است. همچنین آشنایی با تکالیفی که شهروندان در قبال دولت و ملت باید انجام دهند بوده و مبانی مفهومی حقوق شهروندی بصورت نظری و راهکارهای عملی، نحوه مطالبه حقوق شهروندی بالاص اجرای مفاد حقوق شهروندی که خود چکیده و عصاره کلیه حقوق و آزادی های فردی شهروندی است. با توجه به اینکه در منشور حقوق شهروندی تکلیف آموزش عمومی به عهده وزارتخانه علوم، تحقیقات و فناوری به همراه سایر وزارتخانه های آموزشی از جمله آموزش و پرورش و بهداشت درمان و آموزش پزشکی گذاشته شده است ایجاد این واحد درسی در نظر گرفته شد.

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مقدمه: کلیات: تعاریف، مفاهیم و عبارات



- شهروند و بشر - حقوق شهروندی حقوق طبیعی حقوق اساسی حقوق بشر حقوق عادی - حقوق بشر و بشر دوستانه حقوق عامه -	
فصل اول: مبانی و منابع حقوق شهروندی مبانی حقوق شهروندی کرامت آزادی مشارکت برابری برادری منابع حقوق شهروندی - در حوزه بین المللی اسناد بین المللی و جهانی معاهدات بین المللی ساختارها و نهادهای بین المللی - در حوزه داخلی و ملی موازين اسلامي	پنجم تا هشتم



قانون اساسی	
قوانین عادی	
رویه قضایی	
مقررات	
فصل دوم: انواع و ویژگی های حقوق شهروندی - حقوق مدنی و سیاسی شهروندان حق مشارکت آزادی بیان حق دسترسی به اطلاعات حق بر دادرسی و دادخواهی منصفانه حق حریم خصوصی - حقوق اقتصادی و اجتماعی شهروندان حق بر کار حق بر آموزش حق بر سلامتی حق مالکیت - حقوق فرهنگی شهروندان حق بر علم حق بر مشارکت فرهنگی - حق شهروندان بر محیط زیست سالم و صلح حق بر محیط زیست سالم حق بر صلح	نهم تا دوازدهم



فصل سوم: حقوق شهروندی در عمل - آشنایی با ساختارها و نهادهای مرتبط با حقوق شهروندی در ایران - حقوق شهروندی در حوزه عمومی/ خصوصی - فرایندهای شکلی و دادرسی در احقاق حقوق شهروندی - چالش های توسعه حقوق شهروندی	سیزدهم تا شانزدهم
---	----------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ورعی- سید جواد، حقوق شهروندی در اندیشه اسلامی، انتشارات میراث اهل قلم، تهران، ۱۳۹۵
- ۲- شریفی تراز کوهی، حسین، زمینه ها، ابعاد و آثار حقوق شهروندی بنیاد حقوق میزان، تهران، ۱۳۹۶
- ۳- صالحی، عطاء اله، سیر تحول تاریخی مفاهیم شهروندی و حقوق شهروندی انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۴- مرادخانی، احمد، خزایی، احمد رضا، مبانی فقهی حقوق شهروندی با رویکردی بر حقوق سیاسی و اجتماعی، انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۵- شریفی طراز کوهی، حسین، درآمدی بر شهروندی جهانی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۲
- ۶- جعفری، فریدون و دیگران، کلیات حقوق شهروندی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۷
- ۷- جاوید، محمد جواد، حقوق بشر و حقوق شهروندی در آراء ائمه شیعه، نشر مخاطب، تهران، ۱۳۹۵
- ۸- کریمی، عباس و دیگران- حقوق شهروندی در قلمرو شهرنشینی، نشر دادگستری، تهران، ۱۳۹۵
- ۹- طباطبایی موتنی، منوچهر، آزادی های عمومی و حقوق بشر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷
- ۱۰- آیت اله جوادی آملی، فلسفه حقوق بشر انتشارات اسراء، تهران، ۱۳۹۷



سرفصل درس: مخاطرات محیطی						
عنوان درس به فارسی: مخاطرات محیطی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	
	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:			
			اختیاری			تعداد واحد عملی:
		دروس پیش نیاز: ندارد				تعداد واحد نظری: ۲
						تعداد واحد عملی:
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

شناخت انواع مخاطرات طبیعی و انسانی و علل وقوع آن
تبیین نقش مخاطرات طبیعی و انسانی در برنامه ریزی محیطی در ایران

هفته	سرفصل
اول	تعریف مخاطرات طبیعی و انسانی
دوم	زمین لرزه ها
سوم	آتشفشان ها
چهارم	حرکات دامنه ای
پنجم	مخاطرات اقلیمی سیلاب
ششم	مخاطرات ریز گرد ها
هفتم	آتش سوزی های طبیعی
هشتم	مخاطرات برف و تگرگ
نهم	خشکسالی
دهم	آشنایی با مخاطرات ناشی از مداخلات انسانی (آلودگی ها و فرو نشست)
یازدهم	مخاطرات با منشأ سیاسی



دوازدهم	سنجش پایداری زیر ساخت های شهری و روستایی در برابر مخاطرات
سیزدهم	سنجش پایداری زیر ساخت ها در محیط های طبیعی
چهاردهم	تهیه نقشه های خطر
پانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی شهری
شانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی روستایی

ارزشیابی

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- قهرودی تالی، منیژه، ۱۳۹۳، فرهنگ واژه‌گاه مخاطرات محیطی، جلد اول، قطب مخاطرات محیطی ایران
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۹۴)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳- کیت، اسمیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، تهران، انتشارات سمت.
- ۴- Keller, E.A., and DeVecchio, D.E. ۲۰۱۲. Earth's Processes as Natural Hazards, Disasters and Catastrophes. Pearson Education, Inc.

منابع کمکی:



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۲							
دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۲

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول دوم سوم	شناسایی اسیلوسکوپ
چهارم پنجم ششم	شناسایی گلوانومتر و تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر
هفتم هشتم نهم	رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی
دهم یازدهم دوازدهم	رسم منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور
سیزدهم	اندازه گیری ظرفیت خازنها



	چهاردهم
	پانزدهم
شازدهم	جمعندی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
تجهیزات مربوط به انجام آزمایش های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



۵-۳- سرفصل های دروس اختیاری ساخت و تولید



سرفصل درس: آزمایشگاه سیستم های اندازه گیری							
دروس همیناز: سیستم های اندازه گیری	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه سیستم های اندازه گیری
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Measurement System Laboratory
	تعداد واحد نظری:		تخصصی				
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:						
	تعداد واحد عملی: ۱						
اختیاری							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

انجام عملی آزمایش ها در درک بهتر دانشجویان از مطالب تئوری درس سیستم های اندازه گیری کمک می نماید. دانشجویان در این درس با انواع تجهیزات اندازه گیری آشنا می شوند. همچنین دانشجویان با نحوه اتصال سنسورها به کامپیوتر یا میکروکنترلر و أخذ داده به صورت دیجیتال آشنا می شوند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	نکات عملی و ایمنی کار در آزمایشگاه، ابزارها، اصول گزارش نویسی
دوم	اندازه گیری کمیت های الکتریکی ۱
سوم	اندازه گیری کمیت های الکتریکی ۲
چهارم	مدار پل وتسون
پنجم	مدار تقویت کننده عملیاتی
ششم	فیلترهای آنالوگ و انتگرالگیر
هفتم	اندازه گیری دما
هشتم	اندازه گیری فشار
نهم	اندازه گیری کرنش
دهم	اندازه گیری جابجایی، سرعت و شتاب خطی
یازدهم	اندازه گیری زاویه و سرعت دورانی
دوازدهم	اندازه گیری صدا
سیزدهم	اندازه گیری دبی



چهاردهم	کار با مبدل های آنالوگ به دیجیتال
پانزدهم	کار با نرم افزار لب ویو
شانزدهم	کار با نرم افزار لب ویو

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	٪۵۰	-	٪۵۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- A. Moris, R. Langari, Measurement and Instrumentation: Theory and Application, Elsevier, ۲nd ed., ۲۰۱۵
- ۲- P. F. Dunn, Measurement, Data Analysis, and Sensor Fundamentals for Engineering and Science, CRC Press, ۲۰۱۹



سرفصل درس: پلاستیسیته عملی و شکل دهی فلزات						
عنوان درس به فارسی: پلاستیسیته عملی و شکل دهی فلزات	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
				اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی: Practical Plasticity and metal forming						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی پلاستیسیته و مفاهیمی چون کارسختی و نرخ کرنش. استفاده کاربردی از روش اجزای محدود برای شبیه سازی فرآیندهای مختلف در شکل دهی فلزات

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تنش و کرنش
دوم	پلاستیسیته و معیارهای تسلیم ماکروسکوپی
سوم	کارسختی
چهارم	ناپایداری پلاستیک
پنجم	نرخ کرنش و درجه حرارت
ششم	استفاده از اجزاء محدود در شکل دهی فلزات

	هفتم
	هشتم
	نهم
آهن‌گری	دهم
اکستروژن	یازدهم
نورد	دوازدهم
کشش ورق	سیزدهم
کشش عمیق	چهاردهم
روش‌های شکل دهی ویژه	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Hosford, W.F. and Caddell, R.M., "Metal forming" Cambridge University press, ۲۰۰۷
- ۲- Metals Handbook , "Forming", vol. ۱۴, American society for metals (ASM), ۲۰۰۸



سرفصل درس: تکنولوژی روش های جوشکاری							
عنوان درس به فارسی: تکنولوژی روش های جوشکاری	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد واحد نظری:	تعداد واحد نظری:	
						تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۳۲	تخصصی	الزامی		دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	
					علم مواد	تعداد واحد عملی:	
			اختیاری		تعداد واحد نظری: ۲		
					تعداد واحد عملی:		
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

شناخت فرایندهای جوشکاری، خصوصا روش های جوشکاری رایج در ساخت، نصب و تعمیرات تجهیزات صنعتی، طراحی جوش، آشنایی با متالورژی جوشکاری و روش های بازرسی جوش

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه، کاربرد روش های جوشکاری در صنعت، کاربرد در ساخت، اتصالات، نصب و مونتاژ و تعمیر تجهیزات، عوامل مهم و موثر در فرایندهای جوش، انواع اتصالات، جوشکاری و لحیم کاری، لحیم کاری نرم و سخت.
دوم	طبقه بندی فرایندهای جوشکاری بر اساس انرژی های مختلف مکانیکی، شیمیایی، تشعشعی و الکتریکی.
سوم	فرایندهای جوشکاری حالت جامد، نمونه هایی از جوشکاری حالت جامد، مزایا و محدودیت ها.
چهارم	جوشکاری اصطکاکی، جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی، اصول، کاربرد، مزایا و محدودیت ها، جوشکاری التراسونیک، متغیرها، مزایا و معایب.



پنجم	فرایندهای جوشکاری مقاومتی، اصول فیزیکی و الکتریکی، جوش مقاومتی نقطه ای، غلتکی، اتوماسیون در این فرایند. جوشکاری مقاومتی لب به لب لوله‌ها، جوشکاری مقاومتی با فرکانس بالا برای لوله‌های فین دار، جوشکاری مقاومتی فرکانس بالای القایی، جوشکاری جرقه ای، جوش مقاومتی سر به سر.
ششم	فرایندهای جوشکاری حرارتی شیمیایی، جوشکاری گاز (اکسی استیلن)، تجهیزات، شعله جوشکاری و انواع شعله، مزایا و محدودیت ها، فرایند جوش ترمیت، کاربرد.
هفتم	جوشکای های قوسی، جوشکاری قوسی دستی، تجهیزات، الکترودهای جوشکاری، نقش پوشش الکترودها، مواد پوشش، انواع پوشش الکترودها، شناسایی الکترودها بر اساس استاندارد AWS، انتخاب الکترودها.
هشتم	روش‌های جوشکاری قوسی اتوماتیک، اتوماسیون در جوشکاری های قوسی، جوشکاری قوسی توپودری، جوشکاری زیر پودری، کاربردها، متغیرها، پودر جوش، مزایا و محدودیتها، جوشکاری الترواسلاگ.
نهم	جوشکاری های قوسی با گاز محافظ، جوشکاری با الکتروده تنگستن و گاز محافظ GTAW، متغیرها، مزایا و محدودیتها، جوشکاری با سیم رسانی مداوم و گاز خنثی MIG، جوشکاری MAG، متغیرها، مزایا و محدودیت ها، کاربردهای صنعتی.
دهم	متالورژی جوش، نواحی جوش، سیکل گرم و سرد شدن جوش، کربن معادل، عملیات پیش گرم و پس گرم.
یازدهم	معایب و ناپیوستگی ها در جوش، ترک، ترک گرم، ترک سرد، ذوب ناکافی، عدم نفوذ، نفوذ اضافی، خوردگی در جوش و....، علل ایجاد عیب، روش تشخیص و نحوه پیشگیری، استانداردهای رد و قبولی جوش.
دوازدهم	طراحی جوش، انواع طرح اتصال، طراحی جوش در بارگذاری های مختلف.
سیزدهم	بازرسی های جوش، برنامه بازرسی جوش، استانداردهای بازرسی جوش، بازرسی چشمی و ابعادی، گنج جوشکاری، بازرسی با مایع نافذ رنگی و فلورسنتی، بازرسی با پودر مغناطیسی، بازرسی با جریان گردابی.
چهاردهم	بازرسی با امواج فراصوتی، فیزیک موج و اساس روش، پراب، کوپلنت، انواع پراب، نحوه تشخیص معایب، تکنیک تست التراسونیک جوش سنگ زده شده، تکنیک تست التراسونیک جوش با گرده بروش اسکن زیگزایی.
پانزدهم	پرتونگاری یا رادیوگرافی جوش، فیزیک و اصول روش، دستگاه اشعه ایکس، چشمه گاما، تکنیک های رادیوگرافی لوله‌ها و جوشهای محیطی لوله، پنترامتر، کیفیت رادیوگرافی، تفسیر فیلم های رادیوگرافی، بررسی نمونه ای از معایب جوش در فیلم های رادیوگرافی.
شانزدهم	تهیه دستورالعمل های جوشکاری WPS، نتایج کیفی عملکردی جوش PQR

ارزشیابی:



پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	٪۵۰	٪۳۰	٪۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- Welding: Principles and applications, ۷th Edition, L. Jeffus, ۲۰۱۱.
- ۲- Welding Technology, F. koenigsberger, J. R. Adair, Macmillan, ۱۹۶۵.
- ۳- Welding Engineering and Technology, R. S. Parmar, ۲۰۰۴.
- ۴- تکنولوژی جوشکاری، امیر حسین کوکبی، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
- ۵- کلید جوشکاری، مهرداد معینیان، انتشارات آزاده، ۱۳۸۰.



سرفصل درس: مواد مرکب						
عنوان درس به فارسی: مواد مرکب	تعداد واحد: ۳	پایه				
	نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:	دروس پیش‌نیاز:
					تعداد واحد عملی:	مقاومت مصالح ۱ – علم مواد
				اختیاری	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					عنوان درس به انگلیسی: Composite materials	
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

آشنایی با انواع مواد مرکب و روش‌های ساخت آنها، شناخت مدل‌های میکرو و ماکرومکانیک برای مدلسازی رفتار مواد مرکب، آشنایی با معیارهای خرابی و تحلیل تنش چند لایه‌ها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مواد مرکب، آشنایی با مواد مرکب پایه پلیمر، فلز ، سرامیک و کربن
دوم	آشنایی با انواع الیاف و رزین های پر استفاده در صنعت، روش‌های تولید و خواص مکانیکی آنها
سوم	آشنایی با روش‌های ساخت مواد مرکب
چهارم	بررسی رفتار مواد مرکب در مقیاس میکرومکانیکی



پنجم	بررسی رفتار مواد مرکب در مقیاس ماکرومکانیکی – مفاهیم پایه شامل مواد غیر همسانگرد و ارتو تروپیک و روابط تنش و کرنش حاکم در این مواد
ششم	معرفی دستگاه مختصات اصلی و عمومی و ماتریسهای تبدیل مختصات، تبدیلات تنش، کرنش و خواص مهندسی در دستگاه مختصات اصلی و عمومی
هفتم	مقدمه بر شکست و خرابی مواد مرکب در مقیاس میکرو و معرفی معیارهای شکست ماکرو مکانیک در تک لایه‌ها
هشتم	بررسی معیارهای بر هم کنشی و مثالهای مربوطه
نهم	رفتار ماکرومکانیکی چند لایه‌های عمومی، تئوری کلاسیک لایه ای برای چندلایه‌ها
دهم	تحلیل تنش در چندلایه‌های متقارن و نامتقارن، تحت بار صفحه ای
یازدهم	تحلیل تنش در چندلایه‌های متقارن و نامتقارن، تحت بار خارج صفحه ای، دارای هسته و بدون هسته
دوازدهم	رفتار مواد مرکب تحت تاثیر دما و رطوبت
سیزدهم	تحلیل تنش چند لایه‌ها تحت تاثیر دما و رطوبت
چهاردهم	بررسی شکست و ارائه معیارهای تخریب برای چندلایه‌ها
پانزدهم	تحلیل تنش و ارزیابی خرابی در چندلایه‌ها به کمک نرم افزار المان محدود
شانزدهم	آزمونهای تجربی برای مواد مرکب

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Clyne T. W., Hull D., “An Introduction to Composite Materials”, Cambridge University Press, ۳rd edition, ۲۰۱۹.



۲. Daniel IM and Ishai O, Engineering mechanics of composite materials, ۲nd edition, Oxford University Press, ۲۰۰۶.

۳. Hyer MW, Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials, DEStech Publications, ۲۰۰۹.

۴. Kaw K., Mechanics of Composite Materials, Taylor & Francis, ۲nd Edition, ۲۰۰۶

۵. Talreja R. and Verna J., Modeling Damage, Fatigue and Failure of Composite Materials, Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering, ۲۰۱۶.



سرفصل درس: سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک و آزمایشگاه						
پیشنیاز: مکانیک سیالات ۱ و کنترل اتوماتیک (یا همزمان)	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: سیستم‌های هیدرولیک و پنوماتیک و آزمایشگاه
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Hydraulic systems and Pneumatic systems with lab
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی: ۱					
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس:						

اهداف درس:

هدف از این درس، آشنایی با اجزا و مدارهای پایه در هیدرولیک و نیوماتیک، آشنایی با انواع پمپ‌ها و کمپرسورها، تهیه و توزیع هوای فشرده، آشنایی با ساختار و کاربردهای شیرهای کنترل جهت، دبی و فشار، آشنایی با شیرها و مدارهای منطقی نیوماتیکی، طراحی مدارهای کنترل ترتیبی، آشنایی با کنترل‌کننده‌های صنعتی برنامه‌پذیر و کاربرد آنها در کنترل سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک می‌باشد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	عملگرهای صنعتی، اصول اولیه، کاربردها، مزایا و محدودیت‌های سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک.
دوم	آشنایی با انواع کمپرسورها، تولید و توزیع هوای فشرده، هزینه‌های هوای فشرده، واحد مراقبت.
سوم	انواع شیرهای کنترل جهت: ساختار و نحوه‌ی عملکرد، نحوه فرمان، روش‌های نصب، سائز و سنبل‌ها.
چهارم	آشنایی با مدارهای پایه در نیوماتیک، کنترل مبتنی بر زمان، مکان و فشار، شیرها و مدارهای منطقی نیوماتیکی
پنجم	کنترل ترتیبی سیستم‌های نیوماتیکی، تداخل سیگنال و روش‌های رفع تداخل
ششم	سیستم‌های الکترونیوماتیک، انواع سوییچ‌ها و سلونوئیدها، مدارهای پایه و کنترل ترتیبی در الکترونیوماتیک
هفتم	آشنایی با کنترل‌کننده‌های منطقی برنامه‌پذیر، استفاده از PLC در کنترل سیستم‌های هیدرولیک و نیوماتیک
هشتم	آشنایی با انواع پمپ‌ها: جابجایی معین و نامعین، جابجایی ثابت و متغیر، راندمان‌های پمپ.



نهم	انواع شیرهای کنترل فشار، کاربردها و مدارهای مربوطه.
دهم	انواع شیرهای کنترل دبی، کاربردها و مدارهای مربوطه.
یازدهم	آزمایشگاه: شبیه‌سازی مدارهای نیوماتیک و الکترونیوماتیک با نرم‌افزار Automation Studio
دوازدهم	آزمایشگاه: شبیه‌سازی مدارهای هیدرولیک و الکترو هیدرولیک با نرم‌افزار Automation Studio
سیزدهم	آزمایشگاه: طراحی و اجرای مدارهای پایه، منطقی و کنترل ترتیبی سیلندرها در نیوماتیک
چهاردهم	آزمایشگاه: طراحی و اجرای مدارهای پایه، منطقی و کنترل ترتیبی سیلندرها در الکترونیوماتیک
پانزدهم	آزمایشگاه: طراحی و اجرای مدارهای پایه هیدرولیک، بدست آوردن منحنی مشخصه پمپ هیدرولیک
شانزدهم	آزمایشگاه: بدست آوردن منحنی مشخصه رلیف ولو، بدست آوردن منحنی مشخصه شیرهای کنترل دبی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪ ۱۰	٪ ۳۰	٪ ۵۰	--	٪ ۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کلاس به همراه ویدئو پروژکتور

منابع اصلی:

۱. M. Jalal Rabie, Fluid Power Engineering, McGraw-Hill, ۲۰۰۹.
۲. هیدرولیک صنعتی، جلد دوم، احمد رضا مدینه، ۱۳۹۳



سرفصل درس: آزمون های غیر مخرب							
دروس پیش نیاز: علم مواد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: آزمون های غیر مخرب	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۶۴	عنوان درس به انگلیسی: Non-destructive Testing	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری					
	تعدا واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ■ دارد □ ندارد							
سفر علمی □ کارگاه □ آزمایشگاه ■ سمینار ■							
سال ارائه درس: سال چهارم							

اهداف درس:

آشنایی با مبانی تئوری و روش های مختلف انجام تستهای غیر مخرب و استفاده کاربردی از آنها

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر اهمیت آزمون های غیر مخرب و تاریخچه
دوم	آشنایی با روش های آزمون های غیر مخرب
سوم	آشنایی با روش بازرسی چشمی
چهارم	آشنایی با آزمون مایع نافذ
پنجم	آشنایی با آزمون ذرات مغناطیسی
ششم	آشنایی با آزمون ذرات مغناطیسی
هفتم	آشنایی با روش فراصوتی- مبانی اصلی و تئوری
هشتم	آشنایی با روش فراصوتی- بازتابش و شکست امواج- تابش مایل و قائم
نهم	آشنایی با روش فراصوتی- انواع پروب ها، مواد پیزوالکتریک، حوزه های صوتی
دهم	آشنایی با روش فراصوتی- نوع نمایش نتایج، روش های بازرسی، انواع نقص ها
یازدهم	آشنایی با روش فراصوتی- استانداردها، بازرسی جوش، نکات تکمیلی
دوازدهم	روش های TOFD، آرایه فازی، امواج هدایت شده
سیزدهم	آزمایشگاه- روش بازرسی چشمی و مایع نافذ
چهاردهم	آزمایشگاه روش ذرات مغناطیسی



پانزدهم	آزمایشگاه - روش فراصوتی
شانزدهم	آزمایشگاه - روش فراصوتی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه تشویقی
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	-	٪۶۰	٪۲۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
آزمایشگاه NDT دارای تجهیزات VT, PT, MT و UT

منابع اصلی

۱. Don E. Bray, Roderick K. Stanley; "Nondestructive Evaluation: A Tool in Design, Manufacturing and Service", Tehran, Iran: Nopardazan Press, ۱۹۹۷
۲. J. David and N. Cheeke, Fundamentals and applications of ultrasonic waves. FL, USA: CRC press, ۲۰۰۲
۳. J. L. Rose, Ultrasonic Waves in Solid Media Cambridge, UK: Cambridge University Press, ۲۰۰۲.
۴. ASME B&PV; Sec V;
۵. ASM Handbook Volume ۱۷: Nondestructive Evaluation and Quality Control
۶. J Prasad, C G Krishnadas Nair; "Non-Destructive Testing and Evaluation of Material", Tata McGraw-Hill Education; ۲۰۱۱



سرفصل درس: نانو مواد						
دروس پیش نیاز: علم مواد	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد: عملی	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۳	نانو مواد
	تعداد واحد نظری: -	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:
	تعداد واحد عملی: -					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با انواع انواع نانو ساختار ها می باشد که در این مباحث با اصول اولیه فناوری نانو، روش های ساخت نانو ذرات و کاربرد این نانو ذرات در صنعت آشنا خواهند شد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	یادآوری مطالب مربوط به پیوندهای ملکولی و کریستال ها
دوم	آشنایی با تاریخچه فناوری نانو
سوم	روش های ساخت نانو ذرات
چهارم	روش های پایین به بالا



پنجم	ادامه روش های پایین به بالا
ششم	روش های بالا به پایین
هفتم	ادامه روش های بالا به پایین
هشتم	خواص مکانیکی و الکتریکی نانو ذرات
نهم	خواص حرارتی و مغناطیسی نانو ذرات
دهم	نانو ذرات فلزی و کاربردها
یازدهم	نانو ذرات اکسیدی و کاربردها
دوازدهم	نانو ذرات سرامیک و کاربردها
سیزدهم	اصول حاکم بر نانو ساختارهای کربنی
چهاردهم	کاربرد نانو ساختار کربنی (فولرین، نانو لوله ها و گرافن)
پانزدهم	روش های شناسایی نانو ذرات
شانزدهم	ادامه روش های شناسایی نانو ذرات

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۵۵٪	۳۰٪	۱۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Logothetidis S, editor. Nanostructured materials and their applications. Springer Science & Business Media; ۲۰۱۲.
۲. Xiong Y, Lu X. Metallic Nanostructures. Springer, Switzerland; ۲۰۱۵.
۳. Gogotsi Y, Presser V, editors. Carbon nanomaterials. CRC press; ۲۰۱۳.

۲۰۴



۴. Torres T, Bottari G. Organic nanomaterials: synthesis, characterization, and device applications. John Wiley & Sons; ۲۰۱۳.

۲۰۵



سرفصل درس: طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر						
عنوان درس به فارسی: طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر عنوان درس به انگلیسی: CAD/CAM	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
			اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳		
				تعدا واحد عملی:		
	آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد					
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					
سال ارائه درس: سال اول به بعد						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم اولیه طراحی و ساخت به کمک کامپیوتر است که در این درس ابتدا با مدل های طراحی آشنا خواهند شد و در ادامه به آنها آموزش داده می شود که از نرم افزارهای مختلف برای طراحی، ساخت و آنالیز قطعات استفاده کنند

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر نقشه های صنعتی و مطالب نقشه ۱ و ۲
دوم	معرفی سیستم های CAD/CAM/CAE
سوم	مدلسازی قاب سیم وار (Wire frame)
چهارم	انواع منحنی ها و نحوه نمایش آنها

پنجم	مدلسازی سطوح با روش های تحلیلی (Surface Modeling)
ششم	مدلسازی حجمی (Solid Modeling)
هفتم	استانداردهای گرافیکی و تبادل داده‌ها
هشتم	طراحی دو بعدی و سه بعدی با کمک نرم افزار (مرور طراحی با نرم افزار نقشه کشی ۲)
نهم	معرفی نرم افزارهای ساخت به کمک کامپیوتر (Catia, Solid CAM, Power mill)
دهم	ساخت به کمک کامپیوتر (فرایند تراشکاری)
یازدهم	ساخت به کمک کامپیوتر (فرایند فرزکاری)
دوازدهم	ادامه ساخت به کمک کامپیوتر (فرایند فرزکاری)
سیزدهم	معرفی یکی از نرم افزارهای اجزاء محدود
چهاردهم	حل مسائل مهندسی با کمک کامپیوتر (تحلیل استاتیکی)
پانزدهم	ادامه حل مسائل مهندسی با کمک کامپیوتر
شانزدهم	معرفی روش های نمونه سازی و ابزار سازی سریع به کمک کامپیوتر (Rapid Tooling & Rapid prototyping)

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪		۲۵٪	۲۵٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

سایت کامپیوتر

نرم افزارهای Solid work یا Catia ، Ansys و Abaqus و

منابع اصلی:

۲۰۷



۱. Groover. CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing. ۲۰۰۶.
۲. Posinasetti Nageswara Rao. CAD/CAM: Principles and Applications. ۲۰۰۴.
۳. Zeid. Cad/Cam Theory and Practice ۲E. ۲۰۰۹.



سرفصل درس: ماشین های کنترل عددی								
عنوان درس به فارسی: ماشین های کنترل عددی	تعداد واحد:	پایه		نوع واحد:	تعداد	عنوان درس به انگلیسی: Numerical control machine		
	۲						ساعت:	
	دروس پیش نیاز: مقاومت مصالح ۱ - کارگاه ماشین ابزار و ابزار سازی	تعداد واحد نظری:	الزامی		تخصصی		عملی	۳۲
		تعداد واحد عملی:						
		تعداد واحد نظری: ۲						
تعداد واحد عملی:								
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد								
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال دوم به بعد								

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با انواع ماشین های کنترل عددی و برنامه مربوط به این ماشین ها است که با G کدها و M کدها آشنا می شوند و زیان برنامه نویسی APT را هم آموزش خواهند دید.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر ماشین های کنترل عددی
دوم	انواع سیستم های خودکار
سوم	آشنایی با اجزای ماشین های کنترل عددی
چهارم	روش های اندازه گیری در ماشین های کنترل عددی
پنجم	مبانی برنامه نویسی در ماشین های کنترل عددی



ششم	انواع ماشین های کنترل عددی
هفتم	برنامه نویسی ماشین فرز (M مدھا و G کدھا)
هشتم	ادامه برنامه نویسی ماشین فرز (حرکت های اصلی و سیکل ها)
نهم	برنامه نویسی ماشین تراش (M مدھا و G کدھا)
دهم	ادامه برنامه نویسی ماشین تراش (حرکت های اصلی و سیکل ها)
یازدهم	ماکروھا
دوازدهم	برنامه نویسی پیشرفته APT
سیزدهم	ادامه برنامه نویسی پیشرفته APT
چهاردهم	برنامه نویسی توسط سیستم های CAD/CAM
پانزدهم	آشنایی با نرم افزارهای ساخت به کمک کامپیوتر (CAM)
شانزدهم	آشنایی با نرم افزارهای شبیه سازی فرایند ساخت

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری		٪۴۰	٪۳۰	٪۳۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Kumar K, Ranjan C, Davim JP. CNC Programming for Machining. Springer; ۲۰۲۰ Feb ۱۵.
۲. Bob Quesada. Computer Numerical Control: Machining and Turning Centers. ۲۰۱۳.
۳. P. Radhakrishnan. Computer Numerical Control Machines and Computer Aided Manufacture. ۲۰۰۱۴.
۴. Warren S. Seames. Computer Numerical Control: Concepts and Programming. ۲۰۰۱. ۲۱۰.



سرفصل درس: شناخت فلزات صنعتی						
عنوان درس به فارسی: شناخت فلزات صنعتی	تعداد واحد: ۲	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۳۲	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
			اختیاری	تعداد واحد نظری: ۲		
				تعداد واحد عملی:		
عنوان درس به انگلیسی: Recognition of Industrial Metals	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
	☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار					
سال ارائه درس: سال سوم و بعد						

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با تعاریف و مفاهیم اولیه انتخاب مواد مهندسی، مشخصات، خواص و طبقه بندی انواع فلزات و آلیاژهای صنعتی پرکاربرد آهنی و غیر آهنی و کاربرد آنها.

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه ای بر اهمیت انتخاب مواد در مهندسی و طراحی، مروری گذرا بر فرایند انتخاب مواد مهندسی و موارد استفاده از آن	اول
فازها و آلیاژها، مفهوم آلیاژ، محلول جامد، نمودارهای تعادلی، تعادل در حالت مایع، انحلال نسبی در حالت مایع، تعادل در حالت جامد، حد انحلال در حالت جامد، معرفی چند نمودار دوتایی، دگرگونی در حالت جامد. شرح مختصری در مورد پدیده تفکیک، نفوذ، انجماد و دانه بندی در آلیاژها	دوم سوم
معرفی خواص مهم مواد شامل فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی و دسته بندی کلی مواد از لحاظ خواص	چهارم
اهمیت بحث های اقتصادی در انتخاب مواد، منابع قیمت در فلزات و آلیاژها: قیمت ماده اولیه، هزینه های فراوری، دانش فنی، بحث انحصار و سیاسی	پنجم
معرفی گذرای روش های کمی غربالگری و انتخاب مواد مانند روش قیمت بر واحد خاصیت (cost per unit property) و روش Ashby	ششم
طبقه بندی مواد مهندسی، معرفی کلی دسته های مواد از جمله فلزات و آلیاژها، سرامیک ها و شیشه ها، پلیمرها، مواد مرکب (کامپوزیت ها)، مواد پیشرفته و نانومواد، ...	هفتم



هشتم	معرفی مختصر مکانیزم های مقاوم شدن (استحکام بخشی)
نهم	فلزات و آلیاژهای آهنی، دیاگرام آهن-کربن و فازهای آنها، طبقه بندی فولادها، مختصری بر دیاگرام های TTT، عملیات حرارتی فولادها، سختی و سختی پذیری، سخت کاری سطحی
دهم	تاثیر عناصر آلیاژی بر فولادها، روش های رایج کدگذاری و نام گذاری فولادها در استانداردهای AISI و DIN
یازدهم	معرفی مشخصات، انواع و کاربردهای فولادهای ساده کربنی و غیر آلیاژی، فولادهای ساختمانی معرفتی، انواع، مشخصات و کاربرد فولادهای آلیاژی: کم آلیاژ و پر آلیاژ، فولادهای ابزار، زنگ نزن، مقاوم به حرارت و دیرگداز
دوازدهم	
سیزدهم	چدن ها: انواع، مشخصات و کاربرد آنها، چدن خاکستری، سفید، داکتایل (نشکن)، چکش خوار
چهاردهم	فلزات غیر آهنی، توضیحاتی در مورد مس و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات توضیحاتی در مورد آلومینیم و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات
پانزدهم	توضیحاتی در مورد نیکل و آلیاژهای آن، کبالت و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات، سوپر آلیاژها توضیحاتی در مورد تیتانیوم و آلیاژهای آن، کاربرد و مشخصات
شانزدهم	توضیحات مختصر در مورد سایر آلیاژهای غیر آهنی پر کاربرد مانند منیزیم، قلع، سرب، روی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۵٪	۳۵٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

1. Michael F. Ashby, Materials Selection in Mechanical Design, 4th ed., Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۰.
2. Harry Candler, Metallurgy for the Non-Metallurgist, ASM International, ۱۹۹۸.
3. J.A. Charles, F.A.A. Crane, J.A.G. Furness, Selection and Use of Engineering Materials; Butterworth-Heinemann Press, ۲۰۰۸.
4. ASM Metals Handbook, Vol. ۱, ۲: Properties and Selection, (ferrous & nonferrous alloys), ۱۰th ed., ASM Int., ۱۹۹۰.

منابع کمکی

۱. ح. عالی، ح. غیاثوند، س.ر. علمی حسینی، م.ر. رهگذر، شناسایی، انتخاب و کاربرد مواد، چاپ جهان جام جم، ۱۳۸۸.
2. N.A. Waterman, M.F. Ashby, Elsevier Materials Selector, Vol. ۱, ۲, ۳, Elsevier Science, ۲۰۰۶.
3. Myer Kutz, Handbook of Materials Selection, John Wiley & Sons, ۲۰۱۲.
4. ASM Metals Handbook, Vol. ۲۰: Materials Selection and Design; ۱۰th ed., ASM Int., ۱۹۹۰.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه مواد مرکب									
عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه مواد مرکب	تعداد واحد: ۱	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Composite materials laboratory			
	الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:						
			تعداد واحد عملی:						
			تعداد واحد نظری:						
			تعدا واحد عملی: ۱						
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد								
	☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار								
سال ارائه درس: سال چهارم									

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با روش‌های ساخت مواد مرکب، ساخت نمونه‌های استاندارد آزمایشگاهی و شناخت روش‌های تست و اندازه گیری خواص مکانیکی

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر مواد مرکب، آشنایی با انواع تقویت کننده (الیاف، ویسکرز، ذره) و زمینه (فلز، سرامیک و پلیمر)، روش‌های تولید و خواص مکانیکی آنها
دوم	آشنایی با اصول ایمنی و استانداردهای بهداشتی کار با مواد مرکب
سوم	آشنایی با اصول روش لایه چینی دستی و آماده سازی و ساخت نمونه آزمایشگاهی به روش لایه چینی دستی
چهارم	آشنایی با استانداردهای تست مواد مرکب ۱، برش نمونه‌های ساخته شده



پنجم	آشنایی با استانداردهای تست مواد مرکب ۲، آماده سازی نمونه‌ها برای تست کشش و میکروسکوپی
ششم	میکروسکوپی نمونه‌ها و تعیین درصد حجمی الیاف به روش پردازش تصویر
هفتم	انجام تست کشش بر روی نمونه‌ها و تفسیر نتایج
هشتم	آشنایی با اصول روش تزریق به کمک خلاء (VIP) و آماده سازی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی به روش VIP
نهم	آشنایی با اصول روش Vacuum bag molding، آماده سازی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی به روش Vacuum bag molding
دهم	آشنایی با اصول روش رشته پیچی الیاف (filament winding)، آماده سازی و ساخت یک نمونه آزمایشگاهی به روش رشته پیچی الیاف
یازدهم	آشنایی با انواع روش‌های ریخته‌گری جهت ساخت کامپوزیت‌های زمینه فلزی
دوازدهم	ساخت نمونه کامپوزیتی با استفاده از روش ریخته‌گری هم‌زنی
سیزدهم	آشنایی با انواع روش‌های جامد جهت ساخت کامپوزیت‌های زمینه فلزی
چهاردهم	ساخت نمونه کامپوزیتی به روش پرس سرد و تفجوشی
پانزدهم	آشنایی با انواع روش‌های جامد جهت ساخت کامپوزیت‌های زمینه سرامیکی
شانزدهم	ساخت نمونه کامپوزیتی به روش پرس سرد و تفجوشی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
٪۲۰	٪۳۰	٪۵۰	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات لایه چینی دستی	دستگاه برش کامپوزیت
تجهیزات ساخت به روش VIP	تجهیزات ساخت به روش Vacuum bag molding
دستگاه تست کشش	دستگاه filament winding
میکروسکوپ نوری	تجهیزات ایمنی کار در آزمایشگاه



۱. Carlsson, L., Adams D.F., Pipes R.B., "Experimental characterization of advanced composite materials", ۴th edition, ۲۰۱۴.
۲. Clyne T. W., Hull D., "An Introduction to Composite Materials", Cambridge University Press, ۳rd edition, ۲۰۱۹.
۳. Daniel I. M., and Ishai O., Engineering mechanics of composite materials, ۲nd edition, Oxford University Press, ۲۰۰۶.
۴. ASTM D۳۰۳۹ / D۳۰۳۹M-۱۷, Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, ۲۰۱۷.
۵. Chawla N. and Chawla K. K. Metal Matrix composites, Springer, ۲۰۰۶.
۶. J. Fan, J. Njuguna, "Lightweight Composite Structures in Transport", Woodhead Publishing, ۲۰۱۶
۷. Krishan K. Chawla, "Composite Materials: Science and Engineering (Materials Research and Engineering)" ۳rd Edition, Kindle Edition, Springer, ۲۰۱۶



سرفصل درس: کارگاه ریخته گری						
عنوان درس به فارسی: کارگاه ریخته گری	تعداد واحد: ۱	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
			اختیاری	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی: ۱		
				آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد		
سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال دوم به بعد						

هدف درس:

هدف از این درس آشنایی دانشجویان با ابزارهای ریخته گری، ماسه های قابل استفاده، موارد ایمنی و حفاظتی در قالب گیری و ذوب، انواع قالبها و ماهیچه هاست. دانشجویان قالب ریزی قطعات ساده و ماهیچه دار را در قالب پروژه عملی انجام خواهند داد.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنایی با اصول و روش های ریخته گری
دوم	آشنایی با کارگاه ریخته گری و تجهیزات آن
سوم	آشنایی با صنعت مدلسازی و کاربرد آن در ریخته گری
چهارم	آماده سازی مخلوط ماسه قالب گیری و قالب گیری با ماسه
پنجم	ایجاد احجام هندسی با ابزارهای قالب گیری
ششم	قالب گیری مدل مکعب ساده
هفتم	قالب گیری مدل با سیستم راهگاهی
هشتم	قالب گیری مدل با سطح جدایش
نهم	قالب گیری مدل های دو تکه متقارن و غیر متقارن
دهم	آشنایی با کوره های ریخته گری و ابزارهای ذوب و بار ریزی
یازدهم	قالب گیری و ریخته گری مدل با قطعات آزاد
دوازدهم	ماهیچه سازی
سیزدهم	قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه افقی
چهاردهم	قالب گیری و ریخته گری مدل با ماهیچه عمودی
پانزدهم	بررسی کیفیت سطحی قطعات ریختگی و آشنایی با عیوب ریخته گری



شانزدهم	بازدید از کارخانجات صنعتی ریخته گری
---------	-------------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪			۵۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

کوره ذوب، قالب و ماهیچه، ماسه ریخته گری

منابع اصلی:



سرفصل درس: مقدمه ای بر کارآفرینی						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر کارآفرینی	تعداد واحد: ۲	پایه				
	تعداد ساعت: ۳۲	نوع واحد	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری: ۲	
					تعداد واحد عملی:	
	عنوان درس به انگلیسی: An Introduction to Entrepreneurship	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد				
		سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒				
سال ارائه درس: سال چهارم						

سرفصل درس:

آشنایی با مفهوم کارآفرینی و حوزه‌های کسب و کار، آماده سازی طرح کسب و کار و تحلیل بازار، تامین مالی و قوانین تجارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی و انواع آن
دوم	آشنائی با انواع کسب و کار و مبانی و اصول کسب و کار
سوم	مروری بر مفاهیم مدیریت و تحلیل استراتژیک
چهارم	ارزیابی امکان سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
پنجم	آشنایی با چارچوب یک طرح کسب و کار
ششم	آشنایی با مدیریت و تحلیل بازار



هفتم	آشنایی با تحلیل خود محصول/خدمات در طرح کسب و کار
هشتم	آشنایی با تحلیل فنی محصول/خدمات در طرح کسب و کار
نهم	آشنایی با قسمت های مالی/اقتصادی طرح کسب و کار
دهم	مرور مفاهیم اقتصاد مهندسی - IRR - نرخ های تنزیل
یازدهم	جمع بندی مباحث طرح کسب کار و مقدمه ای بر طرح امکان سنجی (FS و BP)
دوازدهم	آشنایی با نگارش یک طرح امکان سنجی
سیزدهم	مروری بر قانون تجارت ایران و انواع شرکت های قابل تاسیس
چهاردهم	مروری بر روش های تامین مالی
پانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق
شانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۵۰	اختیاری	%۳۰	-	%۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۵- کارآفرینی، یک جرعه از بی نهایت، علیرضا فیض بخش، انتشارات موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۹۰
- ۶- کتاب جامع کارآفرینی و کسب و کار، دکتر تیمور آقایی فیشانی، مهندس محمود زارع نیا، انتشارات کتاب طلایی جامع، ۱۳۹۰

۷. Fundamentals of Entrepreneurship, Alloysius Augustine Ogbe, Panamaline Books Distributors, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: حقوق شهروندی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۲	کلیات حقوق شهروندی
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا نمودن کلیه شهروندان و بالاص دانشجویان و پژوهشگران تمامی رشته های دانشگاهی در دوره های کارشناسی و کاردانی با حقوق و تکالیف شهروندی به شرح مندرج در قانون اساسی و سایر قوانین و مقررات کشور منبعث از فرهنگ غنی و ارزشمند ایرانی-اسلامی است. همچنین آشنایی با تکالیفی که شهروندان در قبال دولت و ملت باید انجام دهند بوده و مبانی مفهومی حقوق شهروندی بصورت نظری و راهکارهای عملی، نحوه مطالبه حقوق شهروندی بالاص اجرای مفاد حقوق شهروندی که خود چکیده و عصاره کلیه حقوق و آزادی های فردی شهروندی است. با توجه به اینکه در منشور حقوق شهروندی تکلیف آموزش عمومی به عهده وزارتخانه علوم، تحقیقات و فناوری به همراه سایر وزارتخانه های آموزشی از جمله آموزش و پرورش و بهداشت درمان و آموزش پزشکی گذاشته شده است ایجاد این واحد درسی در نظر گرفته شد.

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مقدمه: کلیات: تعاریف، مفاهیم و عبارات



قانون اساسی	
قوانین عادی	
رویه قضایی	
مقررات	
فصل دوم: انواع و ویژگی های حقوق شهروندی - حقوق مدنی و سیاسی شهروندان حق مشارکت آزادی بیان حق دسترسی به اطلاعات حق بر دادرسی و دادخواهی منصفانه حق حریم خصوصی - حقوق اقتصادی و اجتماعی شهروندان حق بر کار حق بر آموزش حق بر سلامتی حق مالکیت - حقوق فرهنگی شهروندان حق بر علم حق بر مشارکت فرهنگی - حق شهروندان بر محیط زیست سالم و صلح حق بر محیط زیست سالم حق بر صلح	نهم تا دوازدهم



فصل سوم: حقوق شهروندی در عمل - آشنایی با ساختارها و نهادهای مرتبط با حقوق شهروندی در ایران - حقوق شهروندی در حوزه عمومی/ خصوصی - فرایندهای شکلی و دادرسی در احقاق حقوق شهروندی - چالش های توسعه حقوق شهروندی	سیزدهم تا شانزدهم
---	----------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ورعی- سید جواد، حقوق شهروندی در اندیشه اسلامی، انتشارات میراث اهل قلم، تهران، ۱۳۹۵
- ۲- شریفی تراز کوهی، حسین، زمینه ها، ابعاد و آثار حقوق شهروندی بنیاد حقوق میزان، تهران، ۱۳۹۶
- ۳- صالحی، عطاء اله، سیر تحول تاریخی مفاهیم شهروندی و حقوق شهروندی انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۴- مرادخانی، احمد، خزایی، احمد رضا، مبانی فقهی حقوق شهروندی با رویکردی بر حقوق سیاسی و اجتماعی، انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۵- شریفی طراز کوهی، حسین، درآمدی بر شهروندی جهانی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۲
- ۶- جعفری، فریدون و دیگران، کلیات حقوق شهروندی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۷
- ۷- جاوید، محمد جواد، حقوق بشر و حقوق شهروندی در آراء ائمه شیعه، نشر مخاطب، تهران، ۱۳۹۵
- ۸- کریمی، عباس و دیگران- حقوق شهروندی در قلمرو شهرنشینی، نشر دادگستری، تهران، ۱۳۹۵
- ۹- طباطبایی موتنی، منوچهر، آزادی های عمومی و حقوق بشر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷
- ۱۰- آیت اله جوادی آملی، فلسفه حقوق بشر انتشارات اسراء، تهران، ۱۳۹۷



سرفصل درس: مخاطرات محیطی					
عنوان درس به فارسی: مخاطرات محیطی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲
	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:		
			تعداد واحد عملی:		
		اختیاری	تعداد واحد نظری: ۲		
			تعداد واحد عملی:		
عنوان درس به انگلیسی: Environmental Hazards of Iran	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد				
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐				
سال ارائه درس: سال چهارم					

اهداف درس:

شناخت انواع مخاطرات طبیعی و انسانی و علل وقوع آن
تبیین نقش مخاطرات طبیعی و انسانی در برنامه ریزی محیطی در ایران

هفته	سرفصل
اول	تعریف مخاطرات طبیعی و انسانی
دوم	زمین لرزه ها
سوم	آتشفشان ها
چهارم	حرکات دامنه ای
پنجم	مخاطرات اقلیمی سیلاب
ششم	مخاطرات ریز گرد ها
هفتم	آتش سوزیهای طبیعی
هشتم	مخاطرات برف و تگرگ
نهم	خشکسالی
دهم	آشنایی با مخاطرات ناشی از مداخلات انسانی (آلودگی ها و فرو نشست)
یازدهم	مخاطرات با منشأ سیاسی



دوازدهم	سنجش پایداری زیر ساخت های شهری و روستایی در برابر مخاطرات
سیزدهم	سنجش پایداری زیر ساخت ها در محیط های طبیعی
چهاردهم	تهیه نقشه های خطر
پانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی شهری
شانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی روستایی

ارزشیابی

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- قهرودی تالی، منیژه، ۱۳۹۳، فرهنگ واژه‌گاه مخاطرات محیطی، جلد اول، قطب مخاطرات محیطی ایران
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۹۴)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳- کیت، اسمیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، تهران، انتشارات سمت.
- ۴- Keller, E.A., and DeVecchio, D.E. ۲۰۱۲. Earth's Processes as Natural Hazards, Disasters and Catastrophes. Pearson Education, Inc.

منابع کمکی:



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۲							
دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۲

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول دوم سوم	شناسایی اسیلوسکوپ
چهارم پنجم ششم	شناسایی گلوانومتر و تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر
هفتم هشتم نهم	رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی
دهم یازدهم دوازدهم	رسم منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور
سیزدهم	اندازه گیری ظرفیت خازنها



	چهاردهم
	پانزدهم
جمع بندی	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات مربوط به انجام آزمایش های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



۶-۳- سرفصل های دروس اختیاری حرارت و سیالات



سرفصل درس: انتقال حرارت ۲						
عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت ۲	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
				اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعداد واحد عملی:	
عنوان درس به انگلیسی: Heat Transfer ۲	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐					
سال ارائه درس: سال چهارم به بعد						

اهداف درس:

مطالعه انتقال حرارت اجباری در جریان داخلی و خارجی، مطالعه انتقال حرارت در رژیم های جریان آرام و مغشوش، مطالعه انتقال حرارت جابجایی طبیعی، آشنایی با فرایندهای انتقال حرارت همراه با تغییر فاز.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	روش های تجربی، جریان بر روی صفحه صاف، روش های محاسبات ضرایب انتقال حرارت جابجایی
دوم	جریان متعامد در اطراف استوانه، جریان اطراف کره، جریان از روی مجموعه لوله ها، انتقال حرارت از جت های برخوردی.
سوم	ملاحظات و تعاریف هیدرودینامیکی (شرایط جریان، سرعت متوسط، پروفیل سرعت توسعه یافته، گرادیان فشار و ضریب اصطکاک در جریان توسعه یافته)
چهارم	ملاحظات حرارتی (دمای متوسط، قانون سرمایش نیوتن، شرایط توسعه یافتگی دمایی)، بالانس انرژی (شرایط مرزی دما ثابت و شار ثابت)
پنجم	جریان آرام و توسعه یافته در لوله های دایروی، جریان در مقاطع غیردایروی و حلقوی
ششم	روش های بهبود انتقال حرارت، انتقال حرارت جابجایی اجباری در مجاری با مقیاس های کوچک و زیر محیط پیوسته (میکرو و نانو)، انتقال جرم در جابجایی اجباری.
هفتم	ملاحظات فیزیکی جابجایی طبیعی، معادلات حاکم بر لایه مرزی آرام
هشتم	شرایط تشابه، جابجایی آزاد و آرام روی یک سطح عمودی



نهم	اثرات توربولانس بر جابجایی طبیعی
دهم	روابط تجربی جریان بر روی صفحه متعامد-صفحات شیب دار- استوانه‌ها و کره‌ها
یازدهم	جابجایی طبیعی بین صفحات موازی، روابط تجربی مربوط به محفظه‌ها، انتقال حرارت جابجایی ترکیبی آزاد-اجباری.
دوازدهم	پارامترهای بی بعد در جوشش و چگالش، مدهای جوشش
سیزدهم	جوشش استخری (منحنی جوشش، رژیم های جوشش استخری)
چهاردهم	روابط تجربی جوشش استخری، تغییر فاز در انتقال حرارت جابجایی
پانزدهم	چگالش لایه ای آرام در صفحات عمودی، چگالش فیلمی مغشوش
شانزدهم	چگالش فیلمی در سیستم های شعاعی، چگالش بر روی لوله‌های افقی، چگالش قطره ای.

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۶۰	۳۰	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Fundamentals of Heat and Mass Transfer": Theodore L. Bergman; Adrienne S. Lavine; Frank; P. Incropera; David P. DeWitt, John Wiley and Sons, ۲۰۱۷.
۲. "Heat Transfer": Jack Philip Holman, McGraw-Hill, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: دینامیک گازها																
عنوان درس به فارسی: دینامیک گازها	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به انگلیسی: Gas Dynamics										
	تعداد واحد عملی:															
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸											
	تعداد واحد عملی:															
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری														
	تعداد واحد عملی:															
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐																
سال ارائه درس: سال سوم به بعد																

اهداف درس:

آشنایی با جریان تراکم پذیر، پدیده‌های موجود در جریان تراکم پذیر، معرفی کاربرد های تحلیل جریان به فرم تراکم پذیر در نازل ها و خطوط لوله.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف محیط پیوسته، لزجت و لایه مرزی، معادله حرکت، معادله حالت، رهیافت حجم کنترل، معادلات بقای جرم، مومنتوم و انرژی، قانون دوم ترمودینامیک
دوم	قضیه کروگو، جریان یک بعدی، انتشار امواج در محیط کشسان، سرعت صوت، جریان های زیرصوت و مافوق صوت، عدد ماخ
سوم	معادلات حرکت، جریان ایزنتروپیک مادون و مافوق صوت در مقاطع با سطح مقطع متغیر، خصوصیات سکون
چهارم	جریان ایزنتروپیک در یک نازل همگرا، جریان ایزنتروپیک در یک نازل همگرا-واگرا.
پنجم	شکل گیری موج ضربه ای نرمال، معادلات حاکم بر جریان عبوری از امواج ضربه ای نرمال، امواج ضربه ای ساکن در یک نازل همگرا-واگرا
ششم	تعیین محل موج ضربه ای در یک نازل همگرا-واگرا، دیفیوزر مافوق صوت همگرا-واگرا.
هفتم	معادلات حرکت برای موج ضربه ای مایل، انعکاس امواج ضربه ای مایل.
هشتم	ملاحظات ترمودینامیکی، تراکم و انبساط تدریجی، معادلات جریان برای توصیف یک بادبزنی پرانتل-مایر



نهم	جریان پُرانتل-مایر در تراکم تدریجی، حداکثر زاویه پیچش جریان در امواج پُرانتل-مایر، انعکاس امواج پُرانتل-مایر.
دهم	دیفیوزر مافوق صوت با شوک مایل، جریان خروجی از نازل ها در حالت فرامنبسـط و فرومنبسـط
یازدهم	نازل های توپی دار، باله های مافوق صوت.
دوازدهم	خط جریان فانو، معادلات خط جریان فانو، جریان داخل نازل متصل به مجاری با سطح مقطع ثابت
سیزدهم	روش های مبتنی بر تکرار و بدون نیاز به تکرار در تعیین محل شوک نرمال در جریان داخل نازل متصل به مجاری با سطح مقطع ثابت، جریان ادیاباتیـک و با اصطکاک در مجاری با سطح مقطع متغیر.
چهاردهم	جریان رایلی، شناسایی شرایط وقوع شوک نرمال در جریان رایلی به کمک دیاگرام T-s
پانزدهم	جریان با انتقال حرارت و در سطح مقطع متغیر، جریان همراه با اصطکاک و انتقال حرارت.
شانزدهم	معرفی مقدماتی روش مشخصه ها

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Fundamentals of Gas Dynamics", ۳rd Edition, Zucker, Bilbarz, (۲۰۱۹), John Wiley & Sons
۲. "Gas Dynamics": James E. John, ۳rd Edition, ۲۰۰۶, Pearson
۳. "Modern Compressible Flow", John D. Anderson, ۲۰۰۳, Mc Graw-Hill



سرفصل درس: توربین گاز و موتور جت						
عنوان درس به فارسی: توربین گاز و موتور جت	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد	عنوان درس به انگلیسی: Gas Turbine and Jet Engines
	الزامی	تخصصی	تعداد		ساعت: ۳۲	
	تعداد واحد نظری:		تعداد واحد عملی:			
					تعداد واحد نظری:	
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:					
		تعداد				

اهداف درس:

آشنایی با مبانی عملکردی و تحلیل توربین های گاز هوایی و زمینی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مباحث مقدماتی و کاربرد
دوم	معرفی چرخه(سیکل)های توربین گاز، چرخه باز و بسته، ساختارهای تکمحرور و دو محوره توربین، ساختارهای یک تا چند spool، کاربردهای صنعتی در صنعت تولید برق، پیشرانش هوایی، حمل و نقل زمینی و دریایی، مباحث زیست-محیطی، تاریخچه توسعه تکنولوژی توربین های گازی تا به امروز، مراحل طراحی توربین.
سوم	چرخه های تولید توان چرخه ایده آل، روش های محاسبه تلفات توان در اجزاء توربین، محاسبات عملکرد در نقطه طراحی، مقایسه عملکرد چرخه واقعی با چرخه ایده آل، چرخه های ترکیبی و روش های تولید همزمان، توربین های گاز چرخه بسته.
چهارم	چرخه های توربین گاز با کاربرد در پیشرانش هوایی
پنجم	معیارهای عملکرد، بازدهی نازل ورودی جریان هوا و نازل پیشران، معرفی و مقایسه موتورهای توربوجت، توربوفن، توربوپراپ و توربوشفت، سیستم های تولید توان کمکی.



ششم	کمپرسورهای سانتریفیوژ
هفتم	اصول عملکرد، مثلث فشار و توان مورد نیاز، پروانه، دیفیوزر، اثرات تراکم پذیری، پارامترهای بی بعد، منحنی‌های عملکردی کمپرسور، آشنایی با استال و سرچ.
هشتم	کمپروسورهای محوری
نهم	اصول عملکرد، معرفی عوامل تاثیرگذار بر عملکرد (سرعت نوک، سرعت محوری جریان، بارگذاری پره، انسداد و غیره)، ضریب واکنش، جریان سه‌بعدی، روند طراحی پره، محاسبه عملکرد طبقه، عملکرد در شرایط خارج از نقطه طراحی.
دهم	سیستم‌های احتراق
	الزامات عملکردی، انواع سیستم‌های احتراقی، عوامل تاثیرگذار بر طراحی محفظه احتراق، فرایند احتراق، عملکرد محفظه احتراق، آلاینده‌گی ناشی از احتراق.
یازدهم	توربین‌های جریان شعاعی
	اصول عملکرد، اجزای توربین، تئوری مقدماتی توربین‌های جریان شعاعی.
دوازدهم	توربین‌های جریان محوری
سیزدهم	تئوری مقدماتی توربین‌های جریان محوری، طراحی بر اساس گردابه آزاد/ اساس زاویه نازل ثابت، پروفیل نحوه انتخاب پروفیل پره، گام و طول وتر، تخمین عملکرد مرحله ای، عملکرد کلی توربین.
چهاردهم	طراحی مکانیکی توربین گاز
پانزدهم	فرایند طراحی، جانمایی اجزا توربین گاز، مدهای خرابی و نقصان عملکرد، متالورژی اجزاء توربین گاز، تخمین عمر، طراحی پره، دیسک‌ها، ارتعاشات روتور، انتقال قدرت و کوپلینگ.
شانزدهم	پیش بینی عملکرد توربین گاز
	مشخصه‌های عملکردی اجزاء، عملکرد توربین تک محور در شرایط غیرنامی، عملکرد توربین توان (Free Turbine) در شرایط غیرنامی، عملکرد توربوجت در شرایط غیرنامی

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۳۰	۶۰		

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. H.I.H. Saravanamuttoo, G.F.C. Rogers, H. Cohen, P.V. Straznicky, A.C. Nix, Gas Turbine Theory, ۷th Edition, ۲۰۱۷, Pearson Education Limited, Newyork, US.



۲. Razak, A. M. Y. Industrial gas turbines: performance and operability, ۲۰۰۷, Woodhead Publishing Limited, US.
۳. Walsh, P., Fletcher P., Gas turbine performance, ۲nd Edition, ۲۰۰۴, John Wiley & Sons, US.
۴. Boyce, Meherwan P., Gas turbine engineering handbook, ۲nd Edition, ۲۰۱۱, GPP, US.
۵. Giampaolo, Tony, "Gas Turbine Handbook: Principles and Practice", ۴th ed., Fairmont Press, ۲۰۰۹.



سرفصل درس: سوخت و احتراق						
عنوان درس به فارسی: سوخت و احتراق	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Fuel and combustion
	تخصصی	الزامی	دروس پیش نیاز: ترمودینامیک ۲			
			تعداد واحد نظری:			
		اختیاری	تعداد واحد عملی:			
			تعداد واحد نظری: ۲			
تعدا واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی احتراق، مشاهدات و تئوری های مطرح در تحلیل فرایندهای احتراقی، آشنایی با انواع سوخت های متداول.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	کلیات در مورد سوخت ها:
دوم	اهمیت و کاربرد احتراق در صنعت. انواع سوخت های جامد، مایع، گازی و مخازن آن ها. اشاره به مواردی نظیر نقطه شبنم اسیدی و نحوه محاسبه آن برای سوخت های مختلف.
سوم	سوخت های مایع:
چهارم	عملیات پاشش، انواع سوخت های مایع، شیمی ترکیبات سوخت های مایع، پارافین ها، اولفین ها، نفتن ها و غیره، خواص و مشخصات سوخت های نفتی شامل ارزش حرارتی و ویسکوزیته، نقطه اشتعال، نقطه اشتعال خود به خود، نقطه سیلان، میزان گوگرد، فشار بخار، مصارف مختلف سوخت های مایع.
پنجم	سوخت های گازی:
ششم	گاز طبیعی، گاز نفتی، گاز پالایشگاه ها گاز ذغال سنگ، گازی جانبی صنایع، مشخصات سوخت های گازی، مصارف مختلف سوخت های گازی، سیستم انتقال سوخت های گازی
هفتم	سوخت های جامد:
هشتم	اشاره ای به انواع ذغال سنگ، مصارف ذغال سنگ، سایر سوخت های جامد



نهم	آنالیز استوکیومتری احتراق:
دهم	مختصری از قوانین پایه گازها و ترمودینامیک، احتراق عناصر سوخت با اکسیژن، هوا و مشخصات آن، احتراق با هوا، احتراق ناقص، احتراق با هوای اضافی، آنالیز محصولات احتراق، تعیین درصد جرمی عناصر مختلف در محصولات احتراق، نقطه شبنم محصولات احتراق.
یازدهم	آنالیز ترموشیمیایی احتراق:
دوازدهم	گرمای ویژه محصولات احتراق و تغییرات آن با درجه حرارت، محاسبه و اندازه‌گیری ارزش حرارتی سوخت‌ها، درجه حرارت آدیاباتیک شعله تعادل شیمیایی فرایندهای احتراق، ضریب ثابت تعادل دیسوسیاسیون، جداول و نمودارهای احتراق
سیزدهم	مکانیزم تحول احتراق:
چهاردهم	نقطه شبنم اسیدی و نحوه محاسبه آن برای سوخته‌های مختلف تدریس می‌شود که کاربرد مستقیم در صنایع احتراقی دارد. همچنین، انواع شعله‌های دیفیوژن و هموژن و تفاوت آنها تدریس می‌شود. مختصری از مسائل عملی احتراق، تئوری واکنش زنجیره‌ای انتشار شعله و تئوری مربوطه، شعله‌های دیفیوژن و هموژن
پانزدهم	مشعل‌ها: انواع مشعل‌ها و طراحی یک مشعل گازسوز بر اساس دبی و نوع سوخت.
شانزدهم	بیان حرارتی در اتاق احتراق: تحلیل احتراق بر اساس قوانین اول و دوم ترمودینامیک.

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Combustion theory" F.A. Williams, CRC Press, ۲۰۱۸.
۲. "Theoretical and numerical combustion" T. Poinso, D. Veynante, RT Edwards, ۲۰۰۵.
۳. "An Introduction to Combustion" S.R. Turns, McGraw-Hill, ۱۹۹۶.



سرفصل درس: طراحی مبدل های حرارتی						
عنوان درس به فارسی: طراحی مبدل های حرارتی	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به انگلیسی: Heat Exchanger Design
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با انواع مبدل های حرارتی، شناخت روابط مورد استفاده و روش های طراحی مبدل های حرارتی.

سرفصل درس :

هفته	سرفصل
اول	معرفی انواع ساختار مبدل های حرارتی، مبدل های لوله ای، مبدل های صفحه ای، مبدل های با سطح تماس توسعه یافته، کاربردها و مکانیزم های انتقال حرارت.
دوم و سوم	چیدمان مسیرهای عبور جریان در مبدل ها، معادلات طراحی پایه، ضریب انتقال حرارت کلی، روش اختلاف دمای متوسط لگاریتمی LMTD برای تحلیل مبدل های حرارتی، روش ϵ -NTU برای تحلیل مبدل های حرارتی،
چهارم و پنجم	محاسبات و روش های طراحی مبدل ها. به همراه تشریح الگوریتمهای sizing و rating مبدلهای حرارتی. همچنین، ملاحظات طراحی مکانیکی مبدلهای حرارتی به همراه نکات مربوط به تعمیر و نگهداری مبدلها نیز تدریس می شوند. در نهایت اشاره ای به طراحی اقتصادی مبدلهای حرارتی بر اساس نرخ رشد راندمان ناشی از افزایش واحدهای NTU می شود.
ششم	جابجایی اجباری در جریان آرام، اثر مشخصات فیزیکی متغیر، جابجایی اجباری در جریان مغشوش، جریان مغشوش در مجاری با سطح مقطع غیر دایروی
هفتم	روابط انتقال حرارت در دسته لوله ها و کوئل های مارپیچ، انتقال حرارت در لوله های خمیده،
هشتم	روابط محاسبه افت فشار در جریان های داخل تیوب، افت فشار در جریان های متعامد گذرنده از روی دسته



لوله، افت فشار در لوله‌های مارپیچ و خمیده و اتصالات لوله‌ها.	
انتقال حرارت در جریان‌های مایع و گازی در میکروکانال‌ها و نانوکanal‌ها، معرفی کاربردهای مهندسی و علمی.	نهم
ملاحظات پایه در رسوب گذاری، اثرات رسوب گذاری بر انتقال حرارت و افت فشار، جنبه‌ها و دلایل و انواع رسوب گذاری،	دهم
ملاحظات طراحی مبدل‌ها با توجه به رسوب گذاری. معرفی جداول استاندارد رسوب گذاری مبدل‌های حرارتی پوسته و لوله صنعتی.	یازدهم
معرفی و کاربرد مبدل‌های سنجاقی Hairpin. ملاحظات طراحی حرارتی و هیدرولیکی تیوب داخلی و بیرونی، مقایسه عملکرد مبدل‌های دارای فین داخلی و بدون فین،	دوازدهم
روش‌های بهبود انتقال حرارت، اثرات جانمایی فین‌ها در طرف صفحه و لوله، روش‌ها و روابط محاسبه افت فشار و ضریب انتقال حرارت.	سیزدهم
معرفی اجزاء، نحوه محاسبه و روابط موردنیاز برای محاسبه افت فشار و ضریب انتقال حرارت جابجایی سمت پوسته. آموزش طراحی مبدل پوسته و لوله در نرم افزار ASPEN	چهاردهم
اعمال الگوریتم‌های sizing و rating برای طراحی حرارتی و هیدرولیکی یک مبدل پوسته و لوله صنعتی با تکنیک spread sheeting و مقایسه نتایج با مبدل طراحی شده در محیط ASPEN.	پانزدهم
معیار تعادل شیمیایی، ثوابت تعادل برای مخلوط گاز ایده آل، تعادل شیمیایی برای واکنش‌های همزمان، تغییرات ثوابت تعادل واکنش با دما، تعادل فاز.	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵		۵۰	۲۵	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design, Third Edition": S. Kakac, H. Liu, A. Pramuanjaroenkij CRC Press, ۲۰۱۲.
۲. "Fundamentals of heat exchanger design": R. K. Shah, D. P. Sekulic, Wiley, ۲۰۰۳.



سرفصل درس: نیروگاه‌های حرارتی						
عنوان درس به فارسی: نیروگاه‌های حرارتی	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳		عنوان درس به انگلیسی: Thermal Power Plant
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد		
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد واحد نظری: ۳					
			تعدا واحد عملی:			
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی کلی با نیروگاه‌های حرارتی شامل نیروگاه‌های بخار، توربین‌های گازی و سیکل‌های ترکیبی و همچنین آشنایی با اجزاء و سیستم‌های جانبی این نیروگاه‌ها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول، دوم و سوم	مروری بر چرخه تولید توان نیروگاه بخار و پارامترهای مهم بر عملکرد آن، بررسی یک سیکل واقعی نیروگاه بخار و رسم تحولات آن در دیاگرام T-S، مقدمه ایی بر طراحی کلی نیروگاه بخار
چهارم	مروری بر چرخه توربین‌های گازی و عوامل موثر بر عملکرد آن
پنجم و ششم	معرفی سیکل ترکیبی و اجزای آن
هفتم، هشتم و نهم	بویلرهای بازیاب و اجزای آن، نکات طراحی
دهم و یازدهم	توربین‌های بخار و اجزای آن، انواع پره‌های توربین بخار
دوازدهم، سیزدهم و	کندانسور و سیستم‌های خنک کن نیروگاه‌های حرارتی شامل سیستم‌های خنک کن یکبار گذر، برج خنک کن تر، سیستم‌های خنک کن خشک مستقیم (کندانسور هوایی) و سیستم‌های خنک کن خشک



چهاردهم	غیر مستقیم (هله)
پانزدهم	سیستمهای تولید همزمان گرما و برق
شانزدهم	بازدید از یک نیروگاه سیکل ترکیبی

ارزشیابی:

پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
	اختیاری	۸۰٪	ندارد	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. M.J. Moran, H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, ۵th ed, Johan Wiley & Sons, ۲۰۰۶.
۲. اطلاعات، کاتالوگها و نقشههای نیروگاههای بخار و سیکل ترکیبی



سرفصل درس: مکانیک سیالات زیستی							
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۲	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مکانیک سیالات زیستی
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Biofluid Mechanics
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری				
	تعدا واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

این درس کاربرد اصول مکانیک سیالات را در سیستم های کارکردی اعضای داخلی بدن بررسی می نماید. در این درس به طور مقدماتی، پدیده های مربوط به جریان مایعات طبیعی بدن از دید مهندسی مورد بررسی قرار می گیرد. همچنین در بخشی از این درس سیستم های جریان سیال در مقیاس میکرو (microfluidic systems) که دارای کاربردهای زیستی هستند، معرفی و بررسی می گردند.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مروری بر مکانیک سیالات
دوم	رئولوژی
سوم	معادلات اساسی، مدل های سیالات غیر نیوتنی
چهارم	سیستم گردش خون، رئولوژی خون
پنجم	فیزیولوژی و عملکرد سیستم گردش خون - گردش خون در قلب- عروق لنفاوی - خصوصیات غیر نیوتنی خون
ششم	مدل های گردش جریان خون: جریان پایدار در مجاری، جریان های ضربانی در مجاری صلب - جریان های ضربانی در مجاری انعطاف پذیر (الاستیک) - انتشار موج در مجاری الاستیک
هفتم	کاربرد اصول مکانیک سیالات در سیستم گردش خون: دینامیک جریان خون در سرخرگ ها و سیاهرگ ها، دینامیک جریان خون در دریچه های قلب، جریان خون در حالت انقباض و اتساع عروق



هشتم نهم	مایعات مفصلی: فیزیولوژی مفاصل، کارکرد مایعات مفصلی، رئولوژی مایعات مفصلی، استفاده از تئوری روغن کاری برای بررسی حرکت مایعات مفصلی
دهم یازدهم	مکانیک سیالات زیستی در دستگاه تنفسی: فیزیولوژی سیستم تنفسی، جریان هوا در ریه‌ها، بررسی فرایند تنفس از دید مکانیک سیالات، تبادلات گازی در ریه‌ها، آشنایی با کارکرد دستگاه‌های تنفس مصنوعی
سیزدهم	تکنیک‌های اندازه‌گیری سرعت و فشار در جریان مایعات زیستی
چهاردهم	کاربردهای دینامیک سیالات محاسباتی در شبیه‌سازی جریان سیالات زیستی
پانزدهم شانزدهم	آشنایی با سیستم‌های سیالاتی در مقیاس میکرو و بررسی کاربردهای زیستی و بیولوژیک آنها، بررسی روش‌های ساخت ابزارهای میکروفلوئیدیک

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۲۰٪	اختیاری	۵۰٪	اختیاری	۳۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. Ethier, C. Ross, and Craig A. Simmons. *Introductory biomechanics: from cells to organisms*. Cambridge University Press, ۲۰۰۷.
۲. Kleinstreuer, Clement. *Biofluid dynamics: Principles and selected applications*. CRC Press, ۲۰۰۶.
۳. Waite, Lee, and Jerry Michael Fine. "Applied biofluid mechanics." (۲۰۰۷).
۴. Ostadfar, Ali. *Biofluid mechanics: Principles and applications*. Academic Press, ۲۰۱۶.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه انتقال حرارت							
عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه انتقال حرارت	تعداد واحد: ۱	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Heat Transfer Laboratory	
	تعداد واحد نظری:						تعداد واحد عملی:
	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری:				اختیاری
			تعداد واحد عملی:				
		تعداد واحد نظری:					
		تعداد واحد عملی: ۱					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی عملی با مبانی و مفاهیم انتقال حرارت، بررسی تجربی مکانیزم های انتقال حرارت.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آزمایش تقطیر
دوم	آزمایش جوشش
سوم	آزمایش انتقال حرارت هدایتی
چهارم	آزمایش انتقال حرارت تشعشی
پنجم	آزمایش انتقال حرارت جابجایی طبیعی
ششم	آزمایش مبدل حرارتی (دو لوله ای همسو و ناهمسو، صفحه پوسته و پوسته و لوله)
هفتم	آزمایش انتقال حرارت جابجایی جریان متقاطع روی دسته لوله ها
هشتم	آزمایش لوله حرارتی.



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
----	۵۰	۵۰	---	---

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”: Theodore L. Bergman; Adrienne S. Lavine, John Wiley and Sons, ۲۰۱۷.

۲. “Heat Transfer”: Jack Philip Holman, McGraw-Hill, ۲۰۱۰.



سرفصل درس: موتورهای احتراق داخلی						
عنوان درس به فارسی: موتورهای احتراق داخلی	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Internal Combustion Engine
	الزامی	اختیاری	تعداد واحد نظری:			
			تعداد واحد عملی:			
			تعداد واحد نظری:			
			تعداد واحد عملی:			
تعداد واحد نظری: ۳		تعداد واحد عملی:				
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						سال ارائه درس: سال چهارم
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						

اهداف درس:

شناخت اصول عملکرد موتورهای احتراق داخلی و تحلیل عملکرد آنها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	طبقه بندی موتورها، چرخه های عملکرد موتورها
دوم	اجزاء موتور، موتورهای اشتعال جرقه ای، موتورهای اشتعال تراکمی.
سوم	خصوصیات هندسی و سازه ای موتورهای رفت و برگشتی، توان ترمزی و گشتاور ترمزی
چهارم	بازدهی مکانیکی، فشار موثر متوسط، مصرف ویژه سوخت و بازدهی، نسبت هوا به سوخت
پنجم	بازدهی حجمی، وزن مخصوص و حجم مخصوص موتور، آلاینده گی ویژه و شاخص آلاینده گی
ششم	خصوصیات شعله ها، مدل های گاز ایده آل، ترکیب هوا و سوخت، استوکیومتری احتراق
هفتم	تحلیل قانون دوم برای احتراق، مخلوط های گازی واکنش پذیر، خصوصیات مخلوط نسوخته سوخت و هوا، ترکیبات مخلوط سوخته سوخت و هوا.
هشتم	مدل های ایده آل چرخه تولید توان موتور، تحلیل چرخه های توان با فرض ظرفیت های گرمایی ویژه ثابت،
نهم	تحلیل چرخه سوخت-هوا، چرخه های فرا منبسط، مقایسه چرخه های ایده آل و واقعی برای موتور
دهم	فرایند های ورود هوا و خروج مخلوط سوخته در موتورهای چهار زمانه، بازدهی حجمی
یازدهم	شیرهای عبور جریان گاز، مفاهیم سوپرشارژ و توربوشارژ، الزامات مخلوط سوخت و هوا در موتورهای اشتعال جرقه ای، کاربراتور، سیستم پاشش سوخت در موتورهای بنزینی
دوازدهم	سیستم های فیدبک موتور، عملکرد صفحه تراتل (Throttle)، جریان هوا در منیفولد ورودی



سیزدهم	تحلیل ترمودینامیکی احتراق در موتورهای جرّقه ای، ساختار شعله و سرعت پیش روی جبهه شعله، تغییرات سیکلیک در احتراق، پدیده احتراق ناکامل و کوبش در موتورهای جرّقه ای.
چهاردهم	انواع سیستم های احتراقی در موتور دیزل به لحاظ روش تزریق سوخت، مدل های ترمودینامیکی موتورهای دیزل، رفتار اسپری های سوخت، بررسی پدیده تأخیر در اشتعال.
پانزدهم	نحوه تشکیل آلاینده ها و کنترل آلاینده های موتورهای احتراق داخلی، سیستم های مدیریت موتور و ECU
شانزدهم	روش های تست موتور، اجزای سیستم تست موتور، تحلیل نتایج تست موتور

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵		۵۰	۲۵	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Internal Combustion Engine Fundamentals": J.B. Heywood, ۲nd Edition, McGraw Hill (۲۰۱۸)
۲. "Introduction to internal Combustion Engines": R. Stone, ۴th Edition, Palgrave MacMillan (۲۰۱۵)



سرفصل درس: کاربردهای انرژی خورشیدی و بادی						
دروس پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربردهای انرژی خورشیدی و بادی
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Solar and Wind Energy Applications
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با انواع کاربردهای انرژی خورشیدی و آشنایی کلی با سایر انرژیهای تجدید پذیر.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	ارایه آخرین وضعیت انواع انرژی های تجدید پذیر در جهان در تولید برق، حرارت و حمل و نقل
دوم	مقدمه ای بر کاربرد انواع انرژی خورشیدی
سوم	
چهارم	تئوری متمرکزکننده‌های خورشیدی
پنجم	نیروگاههای حرارتی خورشیدی
ششم	نیروگاه دودکش خورشیدی
هفتم	نیروگاههای فتوولتاییک PV
هشتم	اجاقهای خورشیدی
نهم	خشک کن های خورشیدی
دهم	سیستمهای پاسیو در معماری خورشیدی
یازدهم	
دوازدهم	آب شیرین کنهای خورشیدی



سیستمهای تهویه مطبوع خورشیدی	سیزدهم
	چهاردهم
مقدمه ایی بر سایر انواع انرژیهای تجدیدپذیر (باد، زمین گرمایی، زیست توده، انرژی دریایی، پیل سوختی)	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۵	اختیاری	٪۶۰	ندارد	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. “RENEWABLES ۲۰۱۹, GLOBAL STATUS REPORT (REN۲۱),” ۲۰۱۹, www.ren۲۱.net.
۲. “Handbook of Energy Efficiency & Renewable Energy,” F. Kreith, R. Mahajan, Taylor & Francis Group, McGraw Hill, ۲۰۰۷.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر سیالات محاسباتی						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر سیالات محاسباتی	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به انگلیسی: Introduction to Computational Fluid Dynamics
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی			
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد واحد نظری: ۳					
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم اولیه در مکانیک سیالات محاسباتی، طبقه بندی رفتار معادلات حاکم بر جریان سیال و انتقال حرارت، آشنایی با روش های تفاضل محدود، آشنایی مقدماتی با ترم افزارهای مطرح در دینامیک سیالات محاسباتی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	شرح روش های تحلیلی-تجربی و عددی در تحلیل مسایل مهندسی مکانیک و مکانیک سیالات، تعریف مدل سازی و شبیه سازی، مروری بر روش های مهم شبیه سازی در مکانیک محیط پیوسته
دوم	تعریف پیش پردازش (تولید هندسه و شبکه عددی)، پردازش (اعمال شرایط اولیه و مرزی، تعیین خصوصیات ترموفیزیکی جریان و حل معادلات) و پس پردازش (تحلیل و ارائه نتایج عددی)
سوم	تعریف مشخصه ها، معادلات هذلولوی-بیضوی-سه موی
چهارم	تفاوت های ماهوی معادلات انتشار و تعادل، دسته بندی دستگاه معادلات دیفرانسیل، تعریف مسایل خوش وضع و بد وضع.
پنجم	تخمین مشتقات بر اساس تفاضل های محدود و بسط تیلور، معرفی خطاهای عددی شامل خطای برشی-خطای مدل سازی-خطای گرد کردن
ششم	، ارائه روش های تخمینی تفاضل محدود مشتقات، معرفی اوپراتوهای تفاضلی و تخمین مشتق های مرتبه بالا.
هفتم	معرفی و شرح روش های اویلر صریح-اویلر ضمنی-کرنک-تیکولسون برای معادله هدایت حرارتی یک بعدی و

۲۵۰



گذرا	
هشتم	تعمیم روش های عددی به هدایت حرارت دو بعدی، نحوه اعمال شرایط مرزی دیریشله-نیومن و ترکیبی
نهم	روش حل دستگاه های معادلات خطی، تعاریف پایداری همگرایی و سازگاری، قضیه هم ارزی لکس
دهم	معرفی روش دوفورت فرانکل و بررسی سازگاری، تکنیک بررسی پایداری صریح و پایداری فون نیومن، بررسی پایداری روش های عددی برای معادلات سهموی به کمک روش فون-نیومن
یازدهم	بررسی و گسسته سازی معادله هدایت حرارتی دو بعدی و سه بعدی در حالت دائم، اعمال شرایط مرزی دیریشله و نیومن،
دوازدهم	معرفی روش های تکرار در حل معادلات بیضوی (روش های ژاکوبی، گوس-سایدل و روش فوق-تخفیف پیایی)،
سیزدهم	بررسی روش های اولیر صریح، ضمنی، لیپ فراگ و غیره برای معادله موج خطی، تعریف عدد کورانت و بررسی پایداری معادلات هذلولوی بر اساس عدد کورانت.
چهاردهم	معرفی اجمالی روش حجم محدود
پانزدهم	معرفی نرم افزارهای تجاری پرکاربرد در دینامیک سیالات محاسباتی و حل مسائل آموزشی نمونه به منظور آموزش تولید هندسه، تولید شبکه عددی
شانزدهم	آموزش تنظیمات نرم افزاری اعمال شرایط مرزی و اولیه، حل عددی و پس پردازش نتایج عددی.

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵		۵۰	۲۵	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Blazek, Jiri. Computational fluid dynamics: principles and applications. Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۵.
۲. Hoffmann, Klaus A., and Steve T. Chiang. "Computational fluid dynamics volume I." Engineering Education System (۲۰۰۰).
۳. Chung, T. J. Computational fluid dynamics. Cambridge university press, ۲۰۱۰.
۴. Pletcher, Richard H., John C. Tannehill, and Dale Anderson. Computational fluid mechanics and heat transfer. CRC press, ۲۰۱۲.



سرفصل درس: توربوماشین ها						
عنوان درس به فارسی: توربوماشین	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		الزامی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
				اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعدا واحد عملی:	
		عنوان درس به انگلیسی: Turbomachinery	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد			
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با اصول کارکرد و مبانی طراحی توربوماشین ها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف و مبانی توربوماشین و دسته بندی انواع آن همراه شرح مختصر تاریخچه و فن آوری (تکنولوژی) پمپ، کمپرسور، دمنده (Fan)، توربین (هیدرولیک، گازی و بادی)، محفظه احتراق. شرح مجراهای ورودی و خروجی برای هر دستگاه. نامگذاری اجزاء ماشین. شرح تفاوت توربوماشین و ماشین های جابجایی مثبت.
دوم	
سوم	تحلیل ابعادی و تشابه در توربوماشین ها و بررسی عملکرد آن ها به کمک اعداد بدون بعد.
چهارم	تئوری آبشار پره (Cascade) دو بعدی، محاسبه نیروها ضرایب برا و پسا تشریح کامل یک پره و پارامترهای هندسی آن
پنجم	انتقال انرژی در توربوماشین ها: معادله اوپلر در توربوماشین، نمودار (مثلث) سرعت در ماشین های جریان-محوری و جریان-شعاعی.
ششم	مفهوم درجه عکس العمل و ضربه و مفهوم ضریب لغزش.
هفتم	مفهوم راندمان و انواع آن در توربوماشین ها.
هشتم	اصول اولیه طراحی توربوماشین های جریان-محوری با جریان سیال غیرقابل تراکم.



نهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-شعاعی با جریان سیال غیرقابل تراکم.
دهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-محوری با جریان سیال تراکم‌پذیر.
یازدهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-شعاعی با جریان سیال تراکم‌پذیر
دوازدهم	مفاهیم سرج، استال، چوک (Choke یا Stone Wall) و کاویتاسیون در توربوماشین‌ها.
سیزدهم	انواع افت انرژی (Energy Loss) در توربوماشین و محاسبه آن.
چهاردهم	اصول طراحی سه بعدی و تئوری تعادل شعاعی.
پانزدهم	آزمون عملکرد (Performance Test) و منحنی مشخصه توربوماشین.
شانزدهم	بررسی سیستمی: تشابه در پمپ‌ها، ضرایب بی بعد، عملکرد پمپ در سیستم، سری و موازی کردن پمپ‌ها.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۳۰	۶۰		

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Wilson, David Gordon and Korakianitis, Theodosios, "The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines", Massachusetts Institute of Technology, ۲nd ed., ۲۰۱۴. ISBN: ۹۷۸-۰-۲۶۲-۵۲۶۶۸-۵.
۲. Dixon, S. L., Hall, C. A., "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery", ۷th Ed., Elsevier, ۲۰۱۴.
۳. Sayers, Anthony Terence. "Hydraulic and compressible flow turbomachines", McGraw-Hill, ۱۹۹۰.
۴. Turton, Robert Keith. "Principles of turbomachinery", Springer Science & Business Media, ۲۰۱۲.
۵. Logan Jr., Earl, Roy, Ramendra, "Handbook of Turbomachinery", ۲nd ed., Marcel Dekker, ۲۰۰۳.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر کارآفرینی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر کارآفرینی
	تعداد واحد عملی:				۲	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: An Introduction to Entrepreneurship
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال چهارم						

سرفصل درس:

آشنایی با مفهوم کارآفرینی و حوزه‌های کسب و کار، آماده سازی طرح کسب و کار و تحلیل بازار، تامین مالی و قوانین تجارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی و انواع آن
دوم	آشنائی با انواع کسب و کار و مبانی و اصول کسب و کار
سوم	مروری بر مفاهیم مدیریت و تحلیل استراتژیک
چهارم	ارزیابی امکان سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
پنجم	آشنایی با چارچوب یک طرح کسب و کار
ششم	آشنایی با مدیریت و تحلیل بازار

۲۵۴



هفتم	آشنایی با تحلیل خود محصول/خدمات در طرح کسب و کار
هشتم	آشنایی با تحلیل فنی محصول/خدمات در طرح کسب و کار
نهم	آشنایی با قسمت های مالی/اقتصادی طرح کسب و کار
دهم	مرور مفاهیم اقتصاد مهندسی - IRR - نرخ های تنزیل
یازدهم	جمع بندی مباحث طرح کسب کار و مقدمه ای بر طرح امکان سنجی (FS و BP)
دوازدهم	آشنایی با نگارش یک طرح امکان سنجی
سیزدهم	مروری بر قانون تجارت ایران و انواع شرکت های قابل تاسیس
چهاردهم	مروری بر روش های تامین مالی
پانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق
شانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۵۰	اختیاری	%۳۰	-	%۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۷- کارآفرینی، یک جرعه از بی نهایت، علیرضا فیض بخش، انتشارات موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۹۰
- ۸- کتاب جامع کارآفرینی و کسب و کار، دکتر تیمور آقایی فیشانی، مهندس محمود زارع نیا، انتشارات کتاب طلایی جامع، ۱۳۹۰

۶. Fundamentals of Entrepreneurship, Alloysius Augustine Ogbe, Panamaline Books Distributors, ۲۰۱۸.

۲۵۵



سرفصل درس: حقوق شهروندی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی: کلیات حقوق شهروندی
	تعداد واحد عملی:				۲	
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی: Recongnition of the General of the Rights of Citizenship
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا نمودن کلیه شهروندان و بالاص دانشجویان و پژوهشگران تمامی رشته های دانشگاهی در دوره های کارشناسی و کاردانی با حقوق و تکالیف شهروندی به شرح مندرج در قانون اساسی و سایر قوانین و مقررات کشور منبعث از فرهنگ غنی و ارزشمند ایرانی-اسلامی است. همچنین آشنایی با تکالیفی که شهروندان در قبال دولت و ملت باید انجام دهند بوده و مبانی مفهومی حقوق شهروندی بصورت نظری و راهکارهای عملی، نحوه مطالبه حقوق شهروندی بالاص اجرای مفاد حقوق شهروندی که خود چکیده و عصاره کلیه حقوق و آزادی های فردی شهروندی است. با توجه به اینکه در منشور حقوق شهروندی تکلیف آموزش عمومی به عهده وزارتخانه علوم، تحقیقات و فناوری به همراه سایر وزارتخانه های آموزشی از جمله آموزش و پرورش و بهداشت درمان و آموزش پزشکی گذاشته شده است ایجاد این واحد درسی در نظر گرفته شد.

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مقدمه: کلیات: تعاریف، مفاهیم و عبارات



قانون اساسی	
قوانین عادی	
رویه قضایی	
مقررات	
فصل دوم: انواع و ویژگی های حقوق شهروندی - حقوق مدنی و سیاسی شهروندان حق مشارکت آزادی بیان حق دسترسی به اطلاعات حق بر دادرسی و دادخواهی منصفانه حق حریم خصوصی - حقوق اقتصادی و اجتماعی شهروندان حق بر کار حق بر آموزش حق بر سلامتی حق مالکیت - حقوق فرهنگی شهروندان حق بر علم حق بر مشارکت فرهنگی - حق شهروندان بر محیط زیست سالم و صلح حق بر محیط زیست سالم حق بر صلح	نهم تا دوازدهم



فصل سوم: حقوق شهروندی در عمل - آشنایی با ساختارها و نهادهای مرتبط با حقوق شهروندی در ایران - حقوق شهروندی در حوزه عمومی/ خصوصی - فرایندهای شکلی و دادرسی در احقاق حقوق شهروندی - چالش های توسعه حقوق شهروندی	سیزدهم تا شانزدهم
---	----------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ورعی- سید جواد، حقوق شهروندی در اندیشه اسلامی، انتشارات میراث اهل قلم، تهران، ۱۳۹۵
- ۲- شریفی تراز کوهی، حسین، زمینه ها، ابعاد و آثار حقوق شهروندی بنیاد حقوق میزان، تهران، ۱۳۹۶
- ۳- صالحی، عطاء اله، سیر تحول تاریخی مفاهیم شهروندی و حقوق شهروندی انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۴- مرادخانی، احمد، خزایی، احمد رضا، مبانی فقهی حقوق شهروندی با رویکردی بر حقوق سیاسی و اجتماعی، انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۵- شریفی طراز کوهی، حسین، درآمدی بر شهروندی جهانی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۲
- ۶- جعفری، فریدون و دیگران، کلیات حقوق شهروندی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۷
- ۷- جاوید، محمد جواد، حقوق بشر و حقوق شهروندی در آراء ائمه شیعه، نشر مخاطب، تهران، ۱۳۹۵
- ۸- کریمی، عباس و دیگران- حقوق شهروندی در قلمرو شهرنشینی، نشر دادگستری، تهران، ۱۳۹۵
- ۹- طباطبایی موتنی، منوچهر، آزادی های عمومی و حقوق بشر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷
- ۱۰- آیت اله جوادی آملی، فلسفه حقوق بشر انتشارات اسراء، تهران، ۱۳۹۷



سرفصل درس: مخاطرات محیطی									
عنوان درس به فارسی: مخاطرات محیطی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Environmental Hazards of Iran			
	تعداد واحد نظری: ۲	الزامی	تخصصی		تعداد واحد عملی: ۲				
		اختیاری							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد									
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐									
سال ارائه درس: سال چهارم									

اهداف درس:

شناخت انواع مخاطرات طبیعی و انسانی و علل وقوع آن
تبیین نقش مخاطرات طبیعی و انسانی در برنامه ریزی محیطی در ایران

هفته	سرفصل
اول	تعریف مخاطرات طبیعی و انسانی
دوم	زمین لرزه ها
سوم	آتشفشان ها
چهارم	حرکات دامنه ای
پنجم	مخاطرات اقلیمی سیلاب
ششم	مخاطرات ریز گرد ها
هفتم	آتش سوزیهای طبیعی
هشتم	مخاطرات برف و تگرگ
نهم	خشکسالی
دهم	آشنایی با مخاطرات ناشی از مداخلات انسانی (آلودگی ها و فرو نشست)
یازدهم	مخاطرات با منشأ سیاسی



دوازدهم	سنجش پایداری زیر ساخت های شهری و روستایی در برابر مخاطرات
سیزدهم	سنجش پایداری زیر ساخت ها در محیط های طبیعی
چهاردهم	تهیه نقشه های خطر
پانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی شهری
شانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی روستایی

ارزشیابی

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- قهرودی تالی، منیژه، ۱۳۹۳، فرهنگ واژه‌گاه مخاطرات محیطی، جلد اول، قطب مخاطرات محیطی ایران
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۹۴)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳- کیت، اسمیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، تهران، انتشارات سمت.
- ۴- Keller, E.A., and DeVecchio, D.E. ۲۰۱۲. Earth's Processes as Natural Hazards, Disasters and Catastrophes. Pearson Education, Inc.

منابع کمکی:



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۲							
دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۲

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول دوم سوم	شناسایی اسیلوسکوپ
چهارم پنجم ششم	شناسایی گلوانومتر و تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر
هفتم هشتم نهم	رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی
دهم یازدهم دوازدهم	رسم منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور
سیزدهم	اندازه گیری ظرفیت خازنها



	چهاردهم
	پانزدهم
شازدهم	جمعندی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات مربوط به انجام آزمایش های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



۷-۳- سرفصل های دروس اختیاری تأسیسات

۲۶۴



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: طراحی سیستم های تهویه مطبوع							
دروس پیش نیاز: انتقال حرارت ۱	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم های تهویه مطبوع	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Central heating and air conditioning design	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال چهارم							

اهداف درس:

آشنایی با سیستم های تهویه مطبوع، شناخت اجزاء و عملکرد سیستم، آشنایی با روش ها و روابط طراحی در سیستم های تهویه مطبوع.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای در ارتباط با سیستم بیولوژیک بدن انسان و سوخت ساز آن و عکس العمل بدن در مقابل گرما و سرما
دوم	مطالبی در مورد انواع انتقال حرارت هدایت، جابجایی و تشعشع و روابط مربوطه و تعیین رابطه ضریب انتقال حرارت کلی در یک جدار.
سوم	توضیحات مربوط به شرایط محیط داخل و خارج بنا و آشنایی با جداول مربوطه
چهارم	اشاره به فاکتورهای مؤثر در اتلافات حرارتی و محاسبه مربوط به اتلافات حرارتی از طریق هدایت از جدارهای جانبی، سقف، کف، درب و پنجره
پنجم	روش محاسبه تلفات مربوط به نفوذ هوای خارج به داخل و اتلافات منفی
ششم	روش محاسبه و برآورد بار حرارتی مربوط به آب گرم مصرفی
هفتم	طراحی و روش محاسبه و انتخاب دستگاه های لازم جهت سیستم گرمایش یک بنا، که شامل: طراحی



سیستم لوله کشی، تعیین مشخصات پمپ مورد نیاز، دیگ، مشعل، منبع انبساط، منبع سوخت و مشخصات مربوط به ابعاد دودکش.	
مقدمه ای مربوط به یادآوری مشخصات ترمودینامیک هوای مرطوب شامل دمای خشک، دمای مرطوب، رطوبت نسبی، رطوبت مطلق) و آشنایی با نمودار رطوبت سنجی و نحوه استفاده از این نمودار در محاسبات مربوطه	هشتم
تشریح روش محاسبه بارهای برودتی، الف) محسوس و ب) نهان.	نهم
طراحی سیستم کانال کشی و آشنایی با تجهیزات مربوطه	دهم
طراحی و روش محاسبه و انتخاب دستگاههای لازم جهت سیستم سرمایش یک بنا، که شامل دستگاههای خنک کننده (سیستم های تراکمی و جذبی) دستگاه هواساز، برج خنک کن و ...	یازدهم
تشریح و صایل کنترل و اهمیت آنها از جنبه های ایمنی و صرفه جویی در مصرف انرژی.	دوازدهم
بازدید از تأسیسات حرارتی و برودتی یک موتورخانه و انجام یک پروژه تهویه مطبوع برای یک بنا	سیزدهم
	چهاردهم
	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. "Analysis and design of heating, ventilating and air-conditioning systems", I Stanford, W. Herbert, A.F. Spatch, CRC Press, ۲۰۱۹.
۲. "Air-conditioning and refrigeration engineering" F. Kreith, S.K. Wang and P. Norton, CRC Press, ۲۰۱۸.
۳. "Modern air conditioning practice", N. C. Harris, McGraw-Hill, ۱۹۸۶.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: طراحی سیستم های تبرید و سردخانه							
دروس پیش نیاز: انتقال حرارت ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی سیستم های تبرید و سردخانه
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		عنوان درس به انگلیسی: Refrigeration System Design	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری ■				
	تعداد واحد عملی:						
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال چهارم							

اهداف درس: آشنایی با سامانه های متداول تبرید، معرفی اجزاء سامانه های تبرید، آشنایی با روش طراحی سردخانه

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	انرژی داخلی، تراکم و انبساط، انتالپی، قانون دوم ترمودینامیک، تعریف ضریب کارایی، مرور سیکل های تبرید، دیاگرام مولیر برای مبردها..
دوم	اجزای اصلی سامانه شامل کمپرسور، کندانسور، وسیله انبساطی و اواپراتور، مقایسه سامانه تبرید کارنو و سامانه تبرید واقعی، محاسبات چرخه تبرید تراکمی ایده آل، تاثیر فشار و دما در کندانسور و اواپراتور بر عملکرد چرخه ایده آل تبرید تراکمی، مبدل حرارتی مایع-مکش، چرخه تبرید تراکمی واقعی
سوم	کاربرد سامانه های چند مرحله ای، جداساز مایع از بخار، انبساط مستقل و مرکب، تراکم مستقل و مرکب، خنک کن میانی، سامانه های چندتراکمی، سامانه های چند اواپراتوری، سامانه های آبشاری
چهارم	اساس کار در تبرید جذبی، انواع سامانه های تبرید جذبی (آب-لیتیم بروماید، آمونیاک-آب، سه سیاله)، روش های افزایش بازده سامانه های جذبی، سامانه های تک اثره و چند اثره
پنجم	مقایسه سامانه های جذبی و تراکمی، خواص تعادلی لیتیم بروماید، محاسبات ترمودینامیکی چرخه های جذبی آب-لیتیم بروماید و آمونیاک-آب.
ششم	محاسبات بار سرمایشی
هفتم	کمپرسورهای رفت و برگشتی، کمپرسورهای روتاری (توربوکمپرسورها، کمپرسورهای اسکرو، اسکرال و غیره)،



کمپرسورهای باز و نیمه بسته و بسته، عمل تراکم در فرایند تبرید، بازدهی حجمی، ارتباط بین طراحی کمپرسور و ضریب شارژ مبرد،	
عوامل موثر بر طراحی کمپرسورها، تاثیر تغییر شرایط نسبت به طراحی اولیه بر عملکرد کمپرسور، روش روغنکاری در کمپرسورهای مختلف، روش کنترل ظرفیت کمپرسورهای مختلف، نحوه انتخاب کمپرسور از کاتالوگهای تجاری	هشتم
مقدمه ای از انتقال حرارت، معرفی انواع اواپراتورها به همراه ملاحظات طراحی-انتخاب و کاربرد، اهمیت گازپخش کن، معرفی کمیت طول پرتاب، ملاحظات در تعیین موقعیت مکانی اواپراتور، تاثیر کمیت‌های محیطی بر عملکرد اواپراتور	نهم
کندانسورها (معرفی انواع کاربرد مانند کندانسورهای آب خنک، تبخیری و هوا-خنک)، معرفی تکنولوژی های مدرن و تکنیک های انتقال حرارت افزایشی، نحوه انتخاب کندانسور و اواپراتور از کاتالوگهای تجاری.	دهم
تقسیم‌بندی از نظر ثابت و متغیر بودن سطح مقطع، لوله موئین، اوریفیس، شیر انبساط اتوماتیک، شیر انبساط ترموستاتیک، مفاهیم متعادل کننده داخلی و خارجی	یازدهم
cross liquid و حداکثر فشار کاری، شیر انبساط برقی، عملکرد و روابط حاکم بر عملکرد شیرهای فشارشکن، مراحل انتخاب تجهیز انبساطی از کاتالوگها.	دوازدهم
جدا کننده، رسیور، فیلتر درایر، شیشه رویت، شیر برقی، مایع شکن، لرزه گیر، صدا خفه کن، مبدل و ...	سیزدهم
انواع مبردها، خصوصیات ترموفیزیکی مبردهای مختلف، نحوه نامگذاری مبردها، نحوه انتخاب مبرد، مخاطرات به کارگیری مبردها از لحاظ سمی بودن و ملاحظات زیست محیطی، سازگاری مبرد و روغن	چهاردهم
لوله‌ها، اتصالات لوله‌ها، نصب لوله‌ها، ارتعاشات، ملاحظات کلی در طراحی، تعیین اندازه لوله مکش، مدار انتقال روغن، مکانیزم های پرچینگ هوا،	پانزدهم
معرفی اجزا کنترل کننده در سیستم های تبرید، انواع موتورهای الکتریکی، رله حرارتی، اورلود، ترمو دیسک، تایمر دیفراسست، رله‌های استارت، حسگرهای دما و فشار، کنترل فشار کم و زیاد، کنترل فشار چگالش در کندانسور، کنترل رطوبت و ...	شانزدهم

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Industrial Refrigeration: Principles, Design and Applications": P. C. Koelet, T. B. Gray, Macmillan Education UK, Year: ۱۹۹۲
۲. "Industrial Refrigeration Handbook": W. C. Stoecker, McGraw-Hill , Year: ۲۰۰۴.



۳. “Principle of Refrigeration”: R. J. Dossat, John Wiley & Sons, ۱۹۶۱.

لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: سیستمهای کنترل در تهویه و تبرید										
عنوان درس به فارسی: سیستمهای کنترل در تهویه و تبرید	تعداد واحد: ۲	تخصصی		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Ventilation and refrigeration control systems				
	تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:	تخصصی							
عنوان درس به انگلیسی: Ventilation and refrigeration control systems	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد									
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐									
سال ارائه درس: سال چهارم										

اهداف درس:

آشنایی با انواع مدارات کنترل در تهویه و تبرید.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مفاهیم و تعاریف اولیه، انواع سیستم های کنترل بر اساس نحوه عمل بر سیگنال خطا، انواع سیستم کنترل بر اساس نوع نیروی محرکه، انواع سیستمهای تهویه مطبوع تجاری
دوم	انواع سیستمهای کنترلی
سوم	محرکهای نیوماتیکی، اجزای سیستمهای نیوماتیکی، مزایا، انواع (فرمانده-فرمانبر، گیرنده-فرستنده)، رلههای نیوماتیکی، قراردهنده، سوئیچهای نیوماتیک، محرکهای الکتریکی، کنتاکتورها، رلهها، ترانسفورمر، شیر سلونوئید، راهاندازی موتور، موتورهای دوحالته و تدریجی، موتورهای تکفاز و چند فاز، موتورهای سرعت متغیر، اغتشاشت هارمونیک، راهاندازهای کاهش ولتاژ، راهانداز ترانسفورماتور و مقاومت اولیه، راهانداز ستاره مثلث، راه انداز چند سرعت،
چهارم	شیرها، شیر با مشخصه سریع، شیر با مشخصه خطی، شیر با مشخصه درصد مساوی، شیرهای دورا، شیرهای سه راهه، فشار بدنه شیر کنترل، کاویتاسیون در شیرهای کنترل، محل شیر کنترل، انتخاب شیر کنترل، کنترل دبی و دما توسط شیرها، شیرهای متوازن کننده



	دمپرها، اندازه‌گذاری دمپره‌های هوای تازه و هوای تخلیه، طراحی دمپر، محرک‌ها، محرک نیوماتیک شیر، محرک الکتریکی شیر، محرک نیوماتیک دمپر، محرک الکتریکی دمپر،
پنجم	اندازه‌گیری‌ها تعاریف در اندازه‌گیری، تعیین خطاهای مجاز، اندازه‌گیری دما، اندازه‌گیری فشار، اندازه‌گیری رطوبت، اندازه‌گیری CO، اندازه‌گیری دبی جریان سیال، ترانس‌میتور، محل نصب حسگرها
ششم	کنترل‌کننده‌های درجه حرارت، ترموستات، انواع ترموستات‌ها، عملکرد ترموستات‌ها، ترموستات‌های سیستم‌های گرم‌کننده، دیفرنشیال، انواع آکوستات، آکوستات مستغرق، آکوستات جداری، آکوستات حد، ترموستات اتاقی، ترموستات‌های اطاقی مجهز به آنتی سپراتور، ترموستات زمستانی، ترموستات تابستانی، ترموستات اطاقی دوفصلی، ترموستات کانالی، ترموستات آنتی‌فریز، کنترل درجه حرارت سیم‌پیچ‌های موتور کمپرسور، ترموستات مرحله‌ای، ترموستات‌های تدریجی، انواع ترموستات‌های تدریجی، استپ کنترلر، انواع استپ کنترلر کنترل‌های فشار کلید کنترل فشار گاز، کلید کنترل فشار هوا، کلید کنترل فشار کم، سیستم کنترل پمپ داون، پمپ اوت، کلید کنترل فشار زیاد، کاربرد کلید کنترل فشار زیاد، کلید اطمینان فشار روغن، عوامل کاهش فشار روغن، طرز کار کلید کنترل فشار روغن، کلید کنترل فشار مرکب، کنترل فشار تدریجی، کنترل فشار استاتیکی اطاق
هفتم	کنترل‌کننده رطوبت انواع کنترل‌کننده‌های رطوبت (کنترل رطوبت اطاقی و کنترل رطوبت کانال)، رطوبت زدن (رطوبت زدن با بخار و رطوبت زدن با آب)، رطوبت‌گیری (رطوبت‌گیری با سیستم تبرید و رطوبت‌گیری شیمیایی) سیستم‌های کنترل جریان سیالات و سطح مایعات کنترل‌کننده جریان آب، فلوسوئیچ هوا، موتورهای الکتریکی سیستم‌های کنترل، موتور تدریجی دوحالته، انتخاب موتورهای تدریجی، کنترل‌های حد در کنترل‌های تدریجی، موتورهای تدریجی با فنر برگشت، موتور تدریجی یک حالته، کنترل‌های مقدار جریان، کنترل مقدار جریان هوا، دمپر سطحی و کنارگذر، دمپر زونینگ، دمپر آزادکننده، شیرهای کنترل شیرهای موتوری دوراوه و شیرهای موتوری سه راهه)، لینکیچ، طریقه نصب و راه‌اندازی شیرهای موتوری سه راهه، کنترل‌های سطح مایعات، طریقه نصب کنترل سطح جیوه‌ای روی دیگ‌های بخار، کنترل سطح الکتریکی
هشتم	دیاگرام کنترل الکتریکی: آشنایی با علائم، دیاگرام‌خوانی کنترل الکتریکی چیلر، کنترل الکتریکی هواساز، کنترل هیتر الکتریکی،



نهم	کنترل های DDC: ورودی ها و خروجی ها، ورودی-خروجی دیجیتال و آنالوگ، ریزپردازنده، حافظه، ارتباطات، منبع تغذیه، مولتی پلکسینگ، مبدل دیجیتال به آنالوگ، کنترل کننده های سطح زون، کنترل کننده های سطح سیستم، برنامه مدیریت انرژی، ریست کردن بارها، توزیع نیازهای انرژی الکتریکی، نرم افزار مدیریت ساختمان، برنامه ریزی کنترل کننده ها، طبقه بندی برنامه ریزیها، سیستم مدیریت انرژی، پروتکل باز ارتباطات، اینترنت و کنترل DDC، کنترل دیجیتال
دهم	سیستم های کنترل جزئی
یازدهم	روشن و خاموش کردن هواساز، هوای تازه، حداقل هوای تازه، هوای مخلوط، کنترل فشار، چرخه با صرفه، هواساز چندزونه، یونیت هیتر، یونیت ونتیلاتور، نقطه تنظیم دمای بیرون برای قطع چرخه با صرفه، گرمایش-کنترل های گرمایش معمولی، کنترل دود (رله دود)، کنترل الکترونیک (رله مشعل)، پیش گرمایش و روشهای مختلف کنترل پیش گرمایش، پس گرمایش، کنترل کویل سرمایش انبساط مستقیم، رطوبت زنی، کنترل فن کویل، توالی کنترل برای چند ترمینال که یک پلنوم مشترک را تغذیه می کنند، کنترل پانلهای گرم و سرد تابشی
دوازدهم	کنترل در سیستمهای تبرید انواع چیلر، انواع کمپرسور، کنترل دمای سیم پیچ کمپرسور، کنترل ظرفیت کمپرسورهای رفت و برگشتی، حلزونی، سانتریفیوژ و پیچی، کنترل ظرفیت در چیلر جذبی، shut down pump down، شیر برقی، کنترل ظرفیت اواپراتورها، کنترل ظرفیت کندانسورها، روشهای مختلف کنترل فشار در کندانسورهای آبی، روشهای کنترل فشار در کندانسورهای هوایی، روشهای کنترل فشار در کندانسورهای تبخیری، دیاگرام کنترلی چیلرها کنترل های سردخانه ها ترموستات داخل سردخانه و محل نصب آن، ترموستات سردخانه ساعت دار و ثبات، کاربرد انواع ترموستاتهای برودتی-ترمودیسک، دیفراس-تایمر دیفراس، ساعت دیفراس، کنترل دیفراس چندکاره، روشهای برفک زدایی، برفک زدایی با آبگرم یا آب نمک، برفک زدایی با هیترهای برقی، برفک زدایی با گاز داغ، برفک زدایی با هوای گرم، برفک زدایی به روش Vapot
سیزدهم	کنترل در سیستمهای گرمایشی و هواسازها اجزای سیستم تهویه مطبوع، هواساز، هواساز با کویل انبساط مستقیم، کنترل دوحالته، کنترل فشار مکش، کنترل ظرفیت با گاز داغ، کنترل دومرحله ای، کنترل رطوبت هوا با ایرواشر، پیش گرمکن، انواع دمپرها، ترموستاتهای تدریجی، شیرهای دوراچه برای کویل بخار، شیرهای سه راهه برای کویل آب، کنترل فشار استاتیک هوای اتاق، دیاگرام کنترلی هواساز
چهاردهم	توالی کار سیستمهای کنترل هواسازها: کدگذاری توالی، شرح تجهیزات، معیار انتخاب توالی مورد نظر، حالت های اشغال و عدم حضور ساکنین، قطع اضطراری، هواسازهای حجم ثابت، کویل سیستمهای مختلف:



سرمايش DX، کویل گرمایش، چرخه به صرفه، بدون چرخه به صرفه، فن برگشت، گرمایش چندمرحله‌ای، فن کویل چهارلوله‌ای با کویل سرمايش و کویل گرمایش، فن Relief	
آشنایی با نرم افزارها آشنایی با نرم افزارهای سیستم کنترل و تاسیسات	پانزدهم
ناوریه‌های نوین در کنترل تهویه و تبرید کنترل با تقسیم بندی محیط به چند زیرناحیه، کنترل در سیستمهای VRF، امکان کنترل سیستمهای تاسیساتی از راه دور، اینترنت اشیا	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۰		۵۰	۳۰	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "ASHRAE Handbook—Refrigeration", Ch. ۱۱, Refrigerant Control Devices, ASHRAE, ۲۰۱۴.
۲. R. Montgomery, R. McDowall, "Fundamentals of HVAC Control Systems", ASHRAE, ۲۰۰۸.
۳. Ronnie J. Auvil, "Hvac Control Systems", ۴th Ed., American Technical Publishers, ۲۰۱۷.
۴. Shan K. Wang, "Handbook of Air Conditioning and Refrigeration", ۲th Ed., McGraw-Hill, ۲۰۰۰.
۵. Roger W. Haines, Douglas C. Hittle, "Control Systems for Heating, Ventilating, and Air Conditioning", ۱TH Ed., Springer, ۲۰۰۶.
۶. س. ا. نوریخشی، پمپ و پمپاژ، چاپ هفدهم، ۱۳۹۷، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ایران
۷. ه. راجر، ه. داگلاس، مترجم: ص. صمدی، س. چگینی، سیستم های کنترل تهویه مطبوع، ۱۳۹۴، انتشارات یزدا
۸. ف. عبدالله زاده، ع. خوشنویس، کنترل تاسیسات سیستم های حرارتی و برودتی، ۱۳۹۴، آترا: کاتوزی
۹. ب. خاکپور، سیستمهای کنترل تاسیسات تهویه مطبوع، ۱۳۸۹، انتشارات یزدا



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه تاسیسات حرارتی و برودتی							
دروس پیش نیاز: طراحی سیستم های تهویه مطبوع	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه تاسیسات حرارتی و برودتی	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: HVAC Laboratory	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: چهارم							

اهداف درس:

آشنایی عملی با اجزاء مختلف سیستم های تهویه مطبوع و عملکرد این اجزاء.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آزمایش برج خنک کن
دوم	آزمایش چیلر تراکمی
سوم	آزمایش کولر گازی
چهارم	آزمایش سامانه ذخیره ساز یخ، آزمایش پکیج چگالشی
پنجم	آزمایش مبدل حرارتی (دو لوله ای همسو و ناهمسو، صفحه پوسته و پوسته و لوله)
ششم	آزمایش احتراق
هفتم	آزمایش سیستم ترموالکتریک
هشتم	آزمایش چرخ دسیکانت (رطوبت گیر)



ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
----	۵۰	۵۰	---	---

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Analysis and design of heating, ventilating and air-conditioning systems", I Stanford, W. Herbert, A.F. Spatch, CRC Press, ۲۰۱۹.
۲. "Air-conditioning and refrigeration engineering" F. Kreith, S.K. Wang and P. Norton, CRC Press, ۲۰۱۸.
۳. "Modern air conditioning practice", N. C. Hrris, McGraw-Hill, ۱۹۸۶.



سرفصل درس: طراحی مبدل های حرارتی								
دروس پیش نیاز: انتقال حرارت ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: طراحی مبدل های حرارتی	
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸		
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی			عنوان درس به انگلیسی: Heat Exchanger Design	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری					
	تعدا واحد عملی:							
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال چهارم به بعد								

اهداف درس:

آشنایی با انواع مبدل های حرارتی، شناخت روابط مورد استفاده و روش های طراحی مبدل های حرارتی.

سرفصل درس :

هفته	سرفصل
اول	معرفی انواع ساختار مبدل های حرارتی، مبدل های لوله ای، مبدل های صفحه ای، مبدل های با سطح تماس توسعه یافته، کاربردها و مکانیزم های انتقال حرارت.
دوم و سوم	چیدمان مسیرهای عبور جریان در مبدل ها، معادلات طراحی پایه، ضریب انتقال حرارت کلی، روش اختلاف دمای متوسط لگاریتمی LMTD برای تحلیل مبدل های حرارتی، روش ϵ -NTU برای تحلیل مبدل های حرارتی،
چهارم و پنجم	محاسبات و روش های طراحی مبدل ها. به همراه تشریح الگوریتمهای sizing و rating مبدلهای حرارتی. همچنین، ملاحظات طراحی مکانیکی مبدلهای حرارتی به همراه نکات مربوط به تعمیر و نگهداری مبدلها نیز تدریس می شوند. در نهایت اشاره ای به طراحی اقتصادی مبدلهای حرارتی بر اساس نرخ رشد راندمان ناشی از افزایش واحدهای NTU می شود.
ششم	جابجایی اجباری در جریان آرام، اثر مشخصات فیزیکی متغیر، جابجایی اجباری در جریان مغشوش، جریان مغشوش در مجاری با سطح مقطع غیر دایروی
هفتم	روابط انتقال حرارت در دسته لوله ها و کویل های مارپیچ، انتقال حرارت در لوله های خمیده،
هشتم	روابط محاسبه افت فشار در جریان های داخل تیوب، افت فشار در جریان های متعامد گذرنده از روی دسته لوله، افت فشار در لوله های مارپیچ و خمیده و اتصالات لوله ها.



نهم	انتقال حرارت در جریان های مایع و گازی در میکروکانال ها و نانوکanal ها، معرفی کاربردهای مهندسی و علمی.
دهم	ملاحظات پایه در رسوب گذاری، اثرات رسوب گذاری بر انتقال حرارت و افت فشار، جنبه ها و دلایل و انواع رسوب گذاری،
یازدهم	ملاحظات طراحی مبدل ها با توجه به رسوب گذاری. معرفی جداول استاندارد رسوب گذاری مبدلهای حرارتی پوسته و لوله صنعتی.
دوازدهم	معرفی و کاربرد مبدلهای سنجاقی Hairpin. ملاحظات طراحی حرارتی و هیدرولیکی تیوب داخلی و بیرونی، مقایسه عملکرد مبدل های دارای فین داخلی و بدون فین،
سیزدهم	روش های بهبود انتقال حرارت، اثرات جانمایی فین ها در طرف صفحه و لوله، روش ها و روابط محاسبه افت فشار و ضریب انتقال حرارت.
چهاردهم	معرفی اجزاء، نحوه محاسبه و روابط موردنیاز برای محاسبه افت فشار و ضریب انتقال حرارت جابجایی سمت پوسته. آموزش طراحی مبدل پوسته و لوله در نرم افزار ASPEN
پانزدهم	اعمال الگوریتمهای sizing و rating برای طراحی حرارتی و هیدرولیکی یک مبدل پوسته و لوله صنعتی با تکنیک spread sheeting و مقایسه نتایج با مبدل طراحی شده در محیط ASPEN.
شانزدهم	معیار تعادل شیمیایی، ثوابت تعادل برای مخلوط گاز ایده آل، تعادل شیمیایی برای واکنش های همزمان، تغییرات ثوابت تعادل واکنش با دما، تعادل فاز.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. "Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design, Third Edition": S. Kakac, H. Liu, A. Pramuanjaroenkij CRC Press, ۲۰۱۲.
۲. "Fundamentals of heat exchanger design": R. K. Shah, D. P. Sekulic, Wile, ۲۰۰۳.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: طراحی تاسیسات صنعتی							
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۲	تعداد واحد نظری:	اختیاری		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: طراحی تاسیسات صنعتی	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Design of industrial installations	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری					
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد ☐ سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با اصول طراحی تاسیسات صنعتی، نقشه‌های تاسیسات صنعتی و استانداردهای مربوطه

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
آشنایی با مفاهیم و علائم نقشه	اول
جداول نقشه کشی طبق استانداردهای معتبر	دوم
	سوم
	چهارم
آشنایی با نقشه‌های PFD	پنجم
	ششم
	هفتم
آشنایی با نقشه‌های P&ID	هشتم
	نهم
آشنایی با نقشه‌های Piping Plan و ایزومتریک	دهم
	یازدهم
	دوازدهم



اصول طراحی سیستمهای پایپینگ (کار عملی در کارگاه)	سیزدهم
	چهاردهم
اصول اتصال و Installation در سیستمهای پایپینگ (کار عملی در کارگاه)	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	٪۵۰	٪۳۰	٪۱۰	٪۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
کارگاه تاسیسات و ابزار، امکانات و ملزومات فعالیت عملی

منابع اصلی

۱. A. A. N. STANDARD, "Welded and Seamless Wrought Steel Pipe," New York, ۲۰۰۴.
۲. C. Palmer, "Pipeline Engineering".
۳. G. Antaki, "Piping and Pipeline Engineering," Design, Construction, Maintenance.
۴. J.N.H.Tiratsoo, "Pipeline Piping Technology".
۵. A. S. o. M. Engineers, "ASME Boiler and Pressure Vessel Code," new york, ۱۹۹۸.
۶. A. S. o. M. Engineers, "ASME b۳۱,۱," New York, ۱۹۹۴.



سرفصل درس: کارگاه تاسیسات گرمایشی و کنترل های مربوطه							
دروس پیش نیاز: طراحی سیستم های تهویه مطبوع	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: کارگاه تاسیسات گرمایشی و کنترل های مربوطه	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Heating facilities workshop and related controls	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☒ دارد ☐ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال چهارم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی دانشجویان با ابزارها و روش فعالیتهای مربوط به حوزه تاسیسات گرمایشی، سرمایشی و کنترل های مربوطه

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مقدمه و مفاهیم کلی	اول
اصول طراحی سیستمهای پایپینگ و آشنایی با استانداردهای پایپینگ	دوم
	سوم
	چهارم
انواع شیرآلات انواع اجزاء و اتصالات پایپینگ به همراه کار عملی ها در سیستمهای پایپینگ و گیج های اندازه گیری آشنایی با شرایط کارکرد (دما-فشار) فلنج اصول طراحی سیستمهای پایپینگ آشنایی با استانداردهای پایپینگ	پنجم
	ششم
	هفتم
اصول انتخاب اجزای سیستم پایپینگ (کار عملی در کارگاه)	هشتم
	نهم
(کار عملی در کارگاه)	دهم



آموزش کار لوله کشی صنعتی در کارگاه	یازدهم
	دوازدهم
(کار عملی در کارگاه) ساخت چند نمونه کلاف لوله کشی	سیزدهم
	چهاردهم
(کار عملی در کارگاه) انجام پروژه عملی ساخت کلاف لوله کشی استاندارد	پانزدهم
	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	٪۵۰	٪۱۰	٪۲۰	٪۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
کارگاه تاسیسات و ابزار، امکانات و ملزومات فعالیت عملی

منابع اصلی

۱. A. A. N. STANDARD, "Welded and Seamless Wrought Steel Pipe," New York, ۲۰۰۴.
۲. C. Palmer, "Pipeline Engineering".
۳. G. Antaki, "Piping and Pipeline Engineering," Design, Construction, Maintenance.
۴. J.N.H.Tiratsoo, "Pipeline Piping Technology".
۵. A. S. o. M. Engineers, "ASME Boiler and Pressure Vessel Code," new york, ۱۹۹۸.
۶. A. S. o. M. Engineers, "ASME b۳۱.۱," New York, ۱۹۹۴.



سرفصل درس: نیروگاه‌های حرارتی										
دروس پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: نیروگاه‌های حرارتی				
	تعداد واحد عملی:									
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Thermal Power Plant				
	تعداد واحد عملی:									
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری								
	تعداد واحد عملی:									
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد										
سفر علمی ☒ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐										
سال ارائه درس: سال سوم به بعد										

اهداف درس:

آشنایی کلی با نیروگاه‌های حرارتی شامل نیروگاه‌های بخار، توربین‌های گازی و سیکل‌های ترکیبی و همچنین آشنایی با اجزاء و سیستم‌های جانبی این نیروگاه‌ها.

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
مروری بر چرخه تولید توان نیروگاه بخار و پارامترهای مهم بر عملکرد آن، بررسی یک سیکل واقعی نیروگاه بخار و رسم تحولات آن در دیاگرام T-S، مقدمه ای بر طراحی کلی نیروگاه بخار	اول، دوم و سوم
مروری بر چرخه توربین‌های گازی و عوامل موثر بر عملکرد آن	چهارم
معرفی سیکل ترکیبی و اجزای آن	پنجم و ششم
بوپلرهای بازیاب و اجزای آن، نکات طراحی	هفتم، هشتم و نهم
توربین‌های بخار و اجزای آن، انواع پره‌های توربین بخار	دهم و یازدهم
کندانسور و سیستم‌های خنک کن نیروگاه‌های حرارتی شامل سیستم‌های خنک کن یکبار گذر، برج خنک کن تر، سیستم‌های خنک کن خشک مستقیم (کندانسور هوایی) و سیستم‌های خنک کن خشک	دوازدهم، سیزدهم و



چهاردهم	غیر مستقیم (هله)
پانزدهم	سیستمهای تولید همزمان گرما و برق
شانزدهم	بازدید از یک نیروگاه سیکل ترکیبی

ارزشیابی:

پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
	اختیاری	۸۰٪	ندارد	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. M.J. Moran, H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, ۵th ed, Johan Wiley & Sons, ۲۰۰۶.
۲. اطلاعات، کاتالوگها و نقشه‌های نیروگاههای بخار و سیکل ترکیبی



سرفصل درس: کاربردهای انرژی خورشیدی و بادی									
دروس پیش نیاز: ترمودینامیک ۲	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: کاربردهای انرژی خورشیدی و بادی		
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Solar and Wind Energy Applications		
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری						
	تعداد واحد عملی:								
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار									
سال ارائه درس: سال سوم به بعد									

اهداف درس:

آشنایی با انواع کاربردهای انرژی خورشیدی و آشنایی کلی با سایر انرژیهای تجدید پذیر.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	ارایه آخرین وضعیت انواع انرژی های تجدید پذیر در جهان در تولید برق، حرارت و حمل و نقل
دوم	مقدمه ای بر کاربرد انواع انرژی خورشیدی
سوم	
چهارم	تئوری متمرکزکننده های خورشیدی
پنجم	نیروگاههای حرارتی خورشیدی
ششم	نیروگاه دودکش خورشیدی
هفتم	نیروگاههای فتوولتایک PV
هشتم	اجاقهای خورشیدی
نهم	خشک کن های خورشیدی
دهم	سیستمهای پاسیو در معماری خورشیدی
یازدهم	
دوازدهم	آب شیرین کنهای خورشیدی
سیزدهم	سیستمهای تهویه مطبوع خورشیدی



چهاردهم	
پانزدهم	مقدمه ای بر سایر انواع انرژیهای تجدیدپذیر (باد، زمین گرمایی، زیست توده، انرژی دریایی، پیل سوختی)
شانزدهم	

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۲۵	اختیاری	٪۶۰	ندارد	٪۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. “RENEWABLES ۲۰۱۹, GLOBAL STATUS REPORT (REN۲۱),” ۲۰۱۹, www.ren۲۱.net.
۲. “Handbook of Energy Efficiency & Renewable Energy,” F. Kreith, R. Mahajan, Taylor & Francis Group, McGraw Hill, ۲۰۰۷.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر سیالات محاسباتی						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر دینامیک سیالات محاسباتی	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعات: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Introduction to Computational Fluid Dynamics
	الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری: ۳			
					تعداد واحد عملی: ۳	
			اختیاری			
					تعداد واحد عملی: ۳	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم اولیه در مکانیک سیالات محاسباتی، طبقه بندی رفتار معادلات حاکم بر جریان سیال و انتقال حرارت، آشنایی با روش های تفاضل محدود، آشنایی مقدماتی با ترم افزارهای مطرح در دینامیک سیالات محاسباتی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	شرح روش های تحلیلی-تجربی و عددی در تحلیل مسایل مهندسی مکانیک و مکانیک سیالات، تعریف مدل سازی و شبیه سازی، مروری بر روش های مهم شبیه سازی در مکانیک محیط پیوسته
دوم	تعریف پیش پردازش (تولید هندسه و شبکه عددی)، پردازش (اعمال شرایط اولیه و مرزی، تعیین خصوصیات ترموفیزیکی جریان و حل معادلات) و پس پردازش (تحلیل و ارایه نتایج عددی)
سوم	تعریف مشخصه ها، معادلات هذلولوی-بیضوی-سهموی
چهارم	تفاوت های ماهوی معادلات انتشار و تعادل، دسته بندی دستگاه معادلات دیفرانسیل، تعریف مسایل خوش وضع و بد وضع.
پنجم	تخمین مشتقات بر اساس تفاضل های محدود و بسط تیلور، معرفی خطاهای عددی شامل خطای برشی-خطای مدل سازی- خطای گرد کردن



ششم	، ارایه روش های تخمینی تفاضل محدود مشتقات، معرفی اوپراتوهای تفاضلی و تخمین مشتق های مرتبه بالا.
هفتم	معرفی و شرح روش های اولیر صریح-اولیر ضمنی-کرنک تیکولسون برای معادله هدایت حرارتی یک بعدی و گذرا
هشتم	تعمیم روش های عددی به هدایت حرارت دو بعدی، نحوه اعمال شرایط مرزی دیریشله-نیومن و ترکیبی
نهم	روش حل دستگاه های معادلات خطی، تعاریف پایداری همگرایی و سازگاری، قضیه هم ارزی لکس
دهم	معرفی روش دوفورت فرانکل و بررسی سازگاری، تکنیک بررسی پایداری صریح و پایداری فون نیومن، بررسی پایداری روش های عددی برای معادلات سهموی به کمک روش فون-نیومن
یازدهم	بررسی و گسسته سازی معادله هدایت حرارتی دو بعدی و سه بعدی در حالت دائم، اعمال شرایط مرزی دیریشله و نیومن،
دوازدهم	معرفی روش های تکرار در حل معادلات بیضوی (روش های ژاکوبی، گوس-سایدل و روش فوق-تخفیف پیایی)،
سیزدهم	بررسی روش های اولیر صریح، ضمنی، لپ فراگ و غیره برای معادله موج خطی، تعریف عدد کورانت و بررسی پایداری معادلات هذلولوی بر اساس عدد کورانت.
چهاردهم	معرفی اجمالی روش حجم محدود
پانزدهم	معرفی نرم افزارهای تجاری پرکاربرد در دینامیک سیالات محاسباتی و حل مسایل آموزشی نمونه به منظور آموزش تولید هندسه و شبکه عددی
شانزدهم	آموزش تنظیمات نرم افزاری اعمال شرایط مرزی و اولیه، حل عددی و پس پردازش نتایج عددی.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Blazek, Jiri. Computational fluid dynamics: principles and applications. Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۵.
۲. Hoffmann, Klaus A., and Steve T. Chiang. "Computational fluid dynamics volume I." Engineering Education System (۲۰۰۰).
۳. Chung, T. J. Computational fluid dynamics. Cambridge university press, ۲۰۱۰.
۴. Pletcher, Richard H., John C. Tannehill, and Dale Anderson. Computational fluid mechanics and heat transfer. CRC press, ۲۰۱۲.



سرفصل درس: توربوماشین ها						
عنوان درس به فارسی: توربوماشین	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		الزامی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
				اختیاری	تعداد واحد نظری: ۳	
					تعدا واحد عملی:	
		تخصصی				
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						
عنوان درس به انگلیسی: Turbomachinery						

اهداف درس:

آشنایی با اصول کارکرد و مبانی طراحی توربوماشین ها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف و مبانی توربوماشین و دسته بندی انواع آن همراه شرح مختصر تاریخچه و فن آوری (تکنولوژی) پمپ، کمپرسور، دمنده (Fan)، توربین (هیدرولیک، گازی و بادی)، محفظه احتراق. شرح مجراهای ورودی و خروجی برای هر دستگاه. نامگذاری اجزاء ماشین. شرح تفاوت توربوماشین و ماشین های جابجایی مثبت.
دوم	
سوم	تحلیل ابعادی و تشابه در توربوماشین ها و بررسی عملکرد آن ها به کمک اعداد بدون بعد.
چهارم	تئوری آبشار پره (Cascade) دو بعدی، محاسبه نیروها ضرایب برا و پسا تشریح کامل یک پره و پارامترهای هندسی آن
پنجم	انتقال انرژی در توربوماشین ها: معادله اوپلر در توربوماشین، نمودار (مثلث) سرعت در ماشین های جریان-محوری و جریان-شعاعی.
ششم	مفهوم درجه عکس العمل و ضربه و مفهوم ضریب لغزش.
هفتم	مفهوم راندمان و انواع آن در توربوماشین ها.
هشتم	اصول اولیه طراحی توربوماشین های جریان-محوری با جریان سیال غیرقابل تراکم.



نهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-شعاعی با جریان سیال غیرقابل تراکم.
دهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-محوری با جریان سیال تراکم‌پذیر.
یازدهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-شعاعی با جریان سیال تراکم‌پذیر
دوازدهم	مفاهیم سرج، استال، چوک (Choke یا Stone Wall) و کاویتاسیون در توربوماشین‌ها.
سیزدهم	انواع افت انرژی (Energy Loss) در توربوماشین و محاسبه آن.
چهاردهم	اصول طراحی سه بعدی و تئوری تعادل شعاعی.
پانزدهم	آزمون عملکرد (Performance Test) و منحنی مشخصه توربوماشین.
شانزدهم	بررسی سیستمی: تشابه در پمپ‌ها، ضرایب بی بعد، عملکرد پمپ در سیستم، سری و موازی کردن پمپ‌ها.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۳۰	۶۰		

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- Wilson, David Gordon and Korakianitis, Theodosios, "The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines", Massachusetts Institute of Technology, ۲nd ed., ۲۰۱۴. ISBN: ۹۷۸-۰۰-۲۶۲-۵۲۶۶۸-۵.
- ۲- Dixon, S. L., Hall, C. A., "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery", ۷th Ed., Elsevier, ۲۰۱۴.
- ۳- Sayers, Anthony Terence. "Hydraulic and compressible flow turbomachines", McGraw-Hill, ۱۹۹۰.
- ۴- Turton, Robert Keith. "Principles of turbomachinery", Springer Science & Business Media, ۲۰۱۲.
- ۵- Logan Jr., Earl, Roy, Ramendra, "Handbook of Turbomachinery", ۲nd ed., Marcel Dekker, ۲۰۰۳.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر کار آفرینی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۲	مقدمه ای بر کار آفرینی
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒						
سال ارائه درس: سال چهارم						

سرفصل درس:

آشنایی با مفهوم کارآفرینی و حوزه‌های کسب و کار، آماده سازی طرح کسب و کار و تحلیل بازار، تامین مالی و قوانین تجارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی و انواع آن
دوم	آشنائی با انواع کسب و کار و مبانی و اصول کسب و کار
سوم	مروری بر مفاهیم مدیریت و تحلیل استراتژیک
چهارم	ارزیابی امکان سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
پنجم	آشنایی با چارچوب یک طرح کسب و کار



ششم	آشنایی با مدیریت و تحلیل بازار
هفتم	آشنایی با تحلیل خود محصول/خدمات در طرح کسب و کار
هشتم	آشنایی با تحلیل فنی محصول/خدمات در طرح کسب و کار
نهم	آشنایی با قسمت های مالی/اقتصادی طرح کسب و کار
دهم	مرور مفاهیم اقتصاد مهندسی - IRR - نرخ های تنزیل
یازدهم	جمع بندی مباحث طرح کسب کار و مقدمه ای بر طرح امکان سنجی (FS و BP)
دوازدهم	آشنایی با نگارش یک طرح امکان سنجی
سیزدهم	مروری بر قانون تجارت ایران و انواع شرکت های قابل تاسیس
چهاردهم	مروری بر روش های تامین مالی
پانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق
شانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۵۰	اختیاری	%۳۰	-	%۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۹- کارآفرینی، یک جرعه از بی نهایت، علیرضا فیض بخش، انتشارات موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۹۰
- ۱۰- کتاب جامع کارآفرینی و کسب و کار، دکتر تیمور آقایی فیشانی، مهندس محمود زارع نیا، انتشارات کتاب طلایی جامع، ۱۳۹۰

۷. Fundamentals of Entrepreneurship, Alloysius Augustine Ogbe, Panamaline Books Distributors, ۲۰۱۸.

۲۹۰



سرفصل درس: حقوق شهروندی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۲	کلیات حقوق شهروندی
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا نمودن کلیه شهروندان و بالاص دانشجویان و پژوهشگران تمامی رشته های دانشگاهی در دوره های کارشناسی و کاردانی با حقوق و تکالیف شهروندی به شرح مندرج در قانون اساسی و سایر قوانین و مقررات کشور منبعث از فرهنگ غنی و ارزشمند ایرانی-اسلامی است. همچنین آشنایی با تکالیفی که شهروندان در قبال دولت و ملت باید انجام دهند بوده و مبانی مفهومی حقوق شهروندی بصورت نظری و راهکارهای عملی، نحوه مطالبه حقوق شهروندی بالاص اجرای مفاد حقوق شهروندی که خود چکیده و عصاره کلیه حقوق و آزادی های فردی شهروندی است. با توجه به اینکه در منشور حقوق شهروندی تکلیف آموزش عمومی به عهده وزارتخانه علوم، تحقیقات و فناوری به همراه سایر وزارتخانه های آموزشی از جمله آموزش و پرورش و بهداشت درمان و آموزش پزشکی گذاشته شده است ایجاد این واحد درسی در نظر گرفته شد.

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مقدمه: کلیات: تعاریف، مفاهیم و عبارات



- شهروند و بشر - حقوق شهروندی حقوق طبیعی حقوق اساسی حقوق بشر حقوق عادی - حقوق بشر و بشر دوستانه حقوق عامه -	
فصل اول: مبانی و منابع حقوق شهروندی مبانی حقوق شهروندی کرامت آزادی مشارکت برابری برادری منابع حقوق شهروندی - در حوزه بین المللی اسناد بین المللی و جهانی معاهدات بین المللی ساختارها و نهادهای بین المللی - در حوزه داخلی و ملی موازین اسلامی	پنجم تا هشتم



قانون اساسی	
قوانین عادی	
رویه قضایی	
مقررات	
فصل دوم: انواع و ویژگی های حقوق شهروندی - حقوق مدنی و سیاسی شهروندان حق مشارکت آزادی بیان حق دسترسی به اطلاعات حق بر دادرسی و دادخواهی منصفانه حق حریم خصوصی - حقوق اقتصادی و اجتماعی شهروندان حق بر کار حق بر آموزش حق بر سلامتی حق مالکیت - حقوق فرهنگی شهروندان حق بر علم حق بر مشارکت فرهنگی - حق شهروندان بر محیط زیست سالم و صلح حق بر محیط زیست سالم حق بر صلح	نهم تا دوازدهم



فصل سوم: حقوق شهروندی در عمل - آشنایی با ساختارها و نهادهای مرتبط با حقوق شهروندی در ایران - حقوق شهروندی در حوزه عمومی/ خصوصی - فرایندهای شکلی و دادرسی در احقاق حقوق شهروندی - چالش های توسعه حقوق شهروندی	سیزدهم تا شانزدهم
---	----------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ورعی- سید جواد، حقوق شهروندی در اندیشه اسلامی، انتشارات میراث اهل قلم، تهران، ۱۳۹۵
- ۲- شریفی تراز کوهی، حسین، زمینه ها، ابعاد و آثار حقوق شهروندی بنیاد حقوق میزان، تهران، ۱۳۹۶
- ۳- صالحی، عطاء اله، سیر تحول تاریخی مفاهیم شهروندی و حقوق شهروندی انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۴- مرادخانی، احمد، خزایی، احمد رضا، مبانی فقهی حقوق شهروندی با رویکردی بر حقوق سیاسی و اجتماعی، انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۵- شریفی طراز کوهی، حسین، درآمدی بر شهروندی جهانی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۲
- ۶- جعفری، فریدون و دیگران، کلیات حقوق شهروندی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۷
- ۷- جاوید، محمد جواد، حقوق بشر و حقوق شهروندی در آراء ائمه شیعه، نشر مخاطب، تهران، ۱۳۹۵
- ۸- کریمی، عباس و دیگران- حقوق شهروندی در قلمرو شهرنشینی، نشر دادگستری، تهران، ۱۳۹۵
- ۹- طباطبایی موتنی، منوچهر، آزادی های عمومی و حقوق بشر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷
- ۱۰- آیت اله جوادی آملی، فلسفه حقوق بشر انتشارات اسراء، تهران، ۱۳۹۷



سرفصل درس: مخاطرات محیطی					
عنوان درس به فارسی: مخاطرات محیطی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲
	تخصصی	الزامی	تعداد واحد نظری: ۲		
			تعداد واحد عملی:		
		اختیاری	تعداد واحد نظری:		
			تعدا واحد عملی:		
عنوان درس به انگلیسی: Environmental Hazards of Iran	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد				
	سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐				
سال ارائه درس: سال چهارم					

اهداف درس:

شناخت انواع مخاطرات طبیعی و انسانی و علل وقوع آن
تبیین نقش مخاطرات طبیعی و انسانی در برنامه ریزی محیطی در ایران

هفته	سرفصل
اول	تعریف مخاطرات طبیعی و انسانی
دوم	زمین لرزه ها
سوم	آتشفشان ها
چهارم	حرکات دامنه ای
پنجم	مخاطرات اقلیمی سیلاب
ششم	مخاطرات ریز گرد ها
هفتم	آتش سوزیهای طبیعی
هشتم	مخاطرات برف و تگرگ
نهم	خشکسالی
دهم	آشنایی با مخاطرات ناشی از مداخلات انسانی (آلودگی ها و فرو نشست)
یازدهم	مخاطرات با منشاء سیاسی



دوازدهم	سنجش پایداری زیر ساخت های شهری و روستایی در برابر مخاطرات
سیزدهم	سنجش پایداری زیر ساخت ها در محیط های طبیعی
چهاردهم	تهیه نقشه های خطر
پانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی شهری
شانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی روستایی

ارزشیابی

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- قهرودی تالی، منیژه، ۱۳۹۳، فرهنگ واژه‌گاه مخاطرات محیطی، جلد اول، قطب مخاطرات محیطی ایران
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۹۴)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳- کیت، اسمیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، تهران، انتشارات سمت.
- ۴- Keller, E.A., and DeVecchio, D.E. ۲۰۱۲. Earth's Processes as Natural Hazards, Disasters and Catastrophes. Pearson Education, Inc.

منابع کمکی:



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۲									
دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۲			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۲			
	تعداد واحد عملی:								
	تعداد واحد نظری:	اختیاری							
	تعداد واحد عملی: ۱								
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد									
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐									
سال ارائه درس: سال اول به بعد									

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۲

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول دوم سوم	شناسایی اسیلوسکوپ
چهارم پنجم ششم	شناسایی گلوانومتر و تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر
هفتم هشتم نهم	رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی
دهم یازدهم دوازدهم	رسم منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور
سیزدهم	اندازه گیری ظرفیت خازنها

۲۹۷



	چهاردهم
	پانزدهم
شازدهم	جمعندی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات مربوط به انجام آزمایش های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



۸-۳- سرفصل های دروس تخصصی-انتخابی نیروگاه و انرژی



سرفصل درس: انرژی‌های تجدیدپذیر و کاربرد آنها							
دروس پیشنهادی: مکانیک سیالات ۲ انتقال حرارت ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: انرژی‌های تجدیدپذیر و کاربرد آنها
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۴۸	
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی			
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری: ۳		اختیاری				
	تعداد واحد عملی:						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☐ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی با مبانی استحصال و به کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر شامل انرژی‌های خورشیدی، بادی، آبی، هیدروژنی، زمین گرمایی و زیستی.

سرفصل درس:

سرفصل	هفته
انرژی، محیط زیست، تولید و مصرف انرژی در جهان و در ایران، آلودگی به دلیل دی‌اکسید کربن، وضعیت کنونی و آتی منابع انرژی‌های غیرتجدیدپذیر آشنایی با منابع اولیه انرژی‌های تجدیدپذیر: مروری بر آنها، سیستم‌های موجود و آمار	اول
	دوم
آشنایی با انرژی خورشیدی: کاربرد به صورت فعال و غیرفعال، نحوه تبدیل انرژی خورشیدی، آشنایی با سیستم‌های حرارتی، آشنایی با فتوولتائیک‌ها، نیروگاه‌های خورشیدی، اقتصاد سیستم‌های خورشیدی، گرایش‌های روز در استفاده از انرژی خورشیدی آشنایی با روش‌های کنترلی مکانیکی و الکتریکی دنبال کردن توان ماکزیمم در سیستم‌های فتوولتائیک و بررسی اثر تغییر شرایط اقلیمی در عملکرد خروجی سیستم‌های فتوولتائیک	سوم
	چهارم
	پنجم
آشنایی با انرژی بادی: کاربرد به صورت فعال و غیرفعال، نحوه تبدیل انرژی بادی، آشنایی با سیستم‌های بادی آشنایی با باد، نحوه شکل‌گیری و مشخصه‌های تعیین کننده آن، لایه مرزی اتمسفری و تغییرات آن بر اساس	ششم
	هفتم
	هشتم
	نهم

۳۰۰



شرایط اقلیمی توربین‌های بادی: انواع آن، آیرودینامیک دو بعدی و سه بعدی توربین‌ها، مشخصه‌های عملکردی سیستم‌های بادی، مقدمه‌ای بر طراحی و ساخت سیستم‌های بادی آشنایی با روش‌های کنترلی مکانیکی و الکتریکی دنبال کردن توان ماکزیمم در توربین‌های بادی محور عمودی و افقی نیروگاه‌های بادی و پارامترهای موثر در بهبود عملکرد آن، اقتصاد سیستم‌های بادی، گرایش‌های روز در استفاده از انرژی بادی	
آشنایی با انواع انرژی آبی: آشنایی با انواع سنتی و نوین آن هم‌چون انرژی امواج دریا و جذر و مد و غیره، ارزیابی منابع آبی موجود، نحوه تبدیل انرژی آبی، نیروگاه آبی و مشخصه‌های آن، کاربرد انرژی آبی و گرایش‌های روز در استفاده از آن	دهم
آشنایی با انرژی هیدروژنی: مشخصات اصلی هیدروژن، تکنولوژی تولید هیدروژن، تبدیل انرژی هیدروژنی، پیل‌های سوختی: اساس عملکرد آنها، اجزا و مشخصات آنها، کاربرد انرژی هیدروژنی و پیل‌های سوختی و گرایش‌های روز در استفاده از آنها.	یازدهم دوازدهم
آشنایی با انرژی زمین‌گرمایی (Geothermal) به‌صورت موضعی و نیروگاهی	سیزدهم
آشنایی با انرژی زیستی (Biomass) به‌صورت موضعی و نیروگاهی	چهاردهم
آشنایی با سیستم‌های ترکیبی تجدیدپذیر به صورت استفاده در شرایط موضعی و نیروگاهی	پانزدهم
کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه شهری	شانزدهم

ارزشیابی:

پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
٪۱۵	اختیاری	٪۴۰	٪۲۵	٪۲۰

منابع اصلی

1. Twidell J. and T. Weir, Renewable Energy Resources, 3rd Edition, Routledge, ۲۰۱۵
2. Aldo V. da Rosa, Fundamentals of Renewable Energy Processes, 3rd Edition-Academic Press, ۲۰۱۲.
3. Mehmet kanoglu, Yunus A. Cengel and John M. Cimbala, Fundamentals and Applications of Renewable Energy, 1st Edition, McGraw-Hill Education, ۲۰۱۹.
4. Tushar K. Ghosh and Mark A. Prelas, Energy Resources and Systems, Volume ۲: Renewable Resources, Springer Netherlands, ۲۰۱۱.
5. Vaughn Bradshaw, P.E., The Building Environment: Active and Passive Control Systems, 3rd Edition, Wiley, ۲۰۰۶.
6. Manwell, McGowan, and Rogers, Wind Energy Explained, 2nd Edition, Wiley, ۲۰۰۹.
7. Wei Tong, Wind Power Generation and Wind Turbine Design, WITpress, ۲۰۱۰.
8. Sinisa Stankovic, Neil Campbell and Alan Harries, Urban Wind Energy, Earthscan, ۲۰۰۹.



۹. John A. Duffie and William A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, ۴th Edition, Wiley, ۲۰۱۳.
۱۰. Hans S. Rauschenbach, Solar Cell Array Design Handbook: The Principles and Technology of Photovoltaic Energy Conversion, Springer Netherlands, ۱۹۸۰.
۱۱. Jadhav N. Y., Green and Smart Building: Advanced Technology Options, Springer, ۲۰۱۶.
۱۲. John Schaeffer, Real Goods Solar Living Sourcebook: Your Complete Guide to Living beyond the Grid with Renewable Energy Technologies and Sustainable Living, New Society Publishers, ۲۰۱۴



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: توربین گاز و موتور جت						
عنوان درس به فارسی: توربین گاز و موتور جت	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Gas Turbine and Jet Engines
	الزامی	تخصصی	دروس پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲ – هم‌نیاز مکانیک سیالات ۲			
اختیاری ■						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی عملکردی و تحلیل توربین های گاز هوایی و زمینی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مباحث مقدماتی و کاربرد
دوم	معرفی چرخه(سیکل)های توربین گاز، چرخه باز و بسته، ساختارهای تکمیل و دو محوره توربین، ساختارهای یک تا چند spool، کاربردهای صنعتی در صنعت تولید برق، پیشرانس هوایی، حمل و نقل زمینی و دریایی، مباحث زیست-محیطی، تاریخچه توسعه تکنولوژی توربین های گازی تا به امروز، مراحل طراحی توربین.
سوم	چرخه های تولید توان چرخه ایده آل، روش های محاسبه تلفات توان در اجزاء توربین، محاسبات عملکرد در نقطه طراحی، مقایسه عملکرد چرخه واقعی با چرخه ایده آل، چرخه های ترکیبی و روش های تولید همزمان، توربین های گاز چرخه بسته.
چهارم	چرخه های توربین گاز با کاربرد در پیشرانس هوایی



پنجم	معیارهای عملکرد، بازدهی نازل ورودی جریان هوا و نازل پیشران، معرفی و مقایسه موتورهای توربوجت، توربوفن، توربوپراپ و توربوشفت، سیستم‌های تولیدتوان کمکی.
ششم	کمپرسورهای سانتریفیوژ
هفتم	اصول عملکرد، مثلث سرعت، افزایش فشار و توان مورد نیاز، پروانه، دیفیوزر، اثرات تراکم پذیری، پارامترهای بی بعد، منحنی‌های عملکردی کمپرسور، آشنایی با استال و سرج.
هشتم	کمپرسورهای محوری
نهم	اصول عملکرد، معرفی عوامل تاثیرگذار بر عملکرد (سرعت نوک، سرعت محوری جریان، بارگذاری پره، انسداد و غیره)، ضریب واکنش، جریان سه‌بعدی، روند طراحی پره، محاسبه عملکرد طبقه، عملکرد در شرایط خارج از نقطه طراحی.
دهم	سیستم‌های احتراق
	الزامات عملکردی، انواع سیستم های احتراقی، عوامل تاثیرگذار بر طراحی محفظه احتراق، فرایند احتراق، عملکرد محفظه احتراق، آلاینده‌گی ناشی از احتراق.
یازدهم	توربین‌های جریان شعاعی
	اصول عملکرد، اجزای توربین، تئوری مقدماتی توربین‌های جریان شعاعی.
دوازدهم	توربین‌های جریان محوری
سیزدهم	تئوری مقدماتی توربین‌های جریان محوری، طراحی بر اساس گردابه آزاد/ اساس زاویه نازل ثابت، پروفیل نحوه انتخاب پروفیل پره، گام و طول وتر، تخمین عملکرد مرحله ای، عملکرد کلی توربین.
چهاردهم	طراحی مکانیکی توربین گاز
پانزدهم	فرایند طراحی، جانمایی اجزا توربین گاز، مدهای خرابی و نقصان عملکرد، متالورژی اجزاء توربین گاز، تخمین عمر، طراحی پره، دیسک‌ها، ارتعاشات روتور، انتقال قدرت و کوپلینگ.
شانزدهم	پیش بینی عملکرد توربین گاز
	مشخصه‌های عملکردی اجزاء، عملکرد توربین تک محور در شرایط غیرنامی، عملکرد توربین توان (Free Turbine) در شرایط غیرنامی، عملکرد توربوجت در شرایط غیرنامی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
		۶۰	۳۰	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



منابع اصلی:

- [۱] H.I.H. Saravanamuttoo, G.F.C. Rogers, H. Cohen, P.V. Straznicky, A.C. Nix, Gas Turbine Theory, ۷th Edition, ۲۰۱۷, Pearson Education Limited, Newyork, US.
- [۲] Razak, A. M. Y. Industrial gas turbines: performance and operability, ۲۰۰۷, Woodhead Publishing Limited, US.
- [۳] Walsh, P., Fletcher P., Gas turbine performance, ۲nd Edition, ۲۰۰۴, John Wiley & Sons, US.
- [۴] Boyce, Meherwan P., Gas turbine engineering handbook, ۲nd Edition, ۲۰۱۱, GPP, US.
- [۵] Giampaolo, Tony, "Gas Turbine Handbook: Principles and Practice", ۴th ed., Fairmont Press, ۲۰۰۹.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: سوخت و احتراق						
عنوان درس به فارسی: سوخت و احتراق	تعداد واحد: ۲	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۳۲		الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری: ۲	
					تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری:	
عنوان درس به انگلیسی: Fuel and combustion					دروس پیش نیاز: ترمودینامیک ۲	
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مبانی احتراق، مشاهدات و تئوری های مطرح در تحلیل فرایندهای احتراقی، آشنایی با انواع سوخت های متداول.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	کلیات در مورد سوخت ها:
دوم	اهمیت و کاربرد احتراق در صنعت. انواع سوخت های جامد، مایع، گازی و مخازن آن ها. اشاره به مواردی نظیر نقطه شبنم اسیدی و نحوه محاسبه آن برای سوخت های مختلف.
سوم	سوخت های مایع:
چهارم	عملیات پاشش، انواع سوخت های مایع، شیمی ترکیبات سوخت های مایع، پارافین ها، اولفین ها، نفتن ها و غیره، خواص و مشخصات سوخت های نفتی شامل ارزش حرارتی و ویسکوزیته، نقطه اشتعال، نقطه اشتعال خود به خود، نقطه سیلان، میزان گوگرد، فشار بخار، مصارف مختلف سوخت های مایع.
پنجم	سوخت های گازی:
ششم	گاز طبیعی، گاز نفتی، گاز پالایشگاه ها گاز ذغال سنگ، گازهای جانبی صنایع، مشخصات سوخت های گازی، مصارف مختلف سوخت های گازی، سیستم انتقال سوخت های گازی
هفتم	سوخت های جامد:

۳۰۶



هشتم	اشاره‌ای به انواع ذغال سنگ، مصارف ذغال سنگ، سایر سوخت‌های جامد
نهم	آنالیز استوکیومتریک احتراق:
دهم	مختصری از قوانین پایه گازها و ترمودینامیک، احتراق عناصر سوخت با اکسیژن، هوا و مشخصات آن، احتراق با هوا، احتراق ناقص، احتراق با هوای اضافی، آنالیز محصولات احتراق، تعیین درصد جرمی عناصر مختلف در محصولات احتراق، نقطه شبنم محصولات احتراق.
یازدهم	آنالیز ترموشیمیایی احتراق:
دوازدهم	گرمای ویژه محصولات احتراق و تغییرات آن با درجه حرارت، محاسبه و اندازه‌گیری ارزش حرارتی سوخت‌ها، درجه حرارت آدیاباتیک شعله تعادل شیمیایی فرایندهای احتراق، ضریب ثابت تعادل دیسوسیاسیون، جداول و نمودارهای احتراق
سیزدهم	مکانیزم تحول احتراق:
چهاردهم	نقطه شبنم اسیدی و نحوه محاسبه آن برای سوخت‌های مختلف تدریس می‌شود که کاربرد مستقیم در صنایع احتراقی دارد. همچنین، انواع شعله‌های دیفیوژن و هموژن و تفاوت آنها تدریس می‌شود. مختصری از مسائل عملی احتراق، تئوری واکنش زنجیره‌ای انتشار شعله و تئوری مربوطه، شعله‌های دیفیوژن و هموژن
پانزدهم	مشعل‌ها: انواع مشعل‌ها و طراحی یک مشعل گازسوز بر اساس دبی و نوع سوخت.
شانزدهم	بیان حرارتی در اتاق احتراق: تحلیل احتراق بر اساس قوانین اول و دوم ترمودینامیک.

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. “Combustion theory” F.A. Williams, CRC Press, ۲۰۱۸.
۲. “Theoretical and numerical combustion” T. Poinso, D. Veynante, RT Edwards, ۲۰۰۵.
۳. “An Introduction to Combustion” S.R. Turns, McGraw-Hill, ۱۹۹۶.



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: طراحی مبدل های حرارتی								
عنوان درس به فارسی: طراحی مبدل های حرارتی	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به انگلیسی: Heat Exchanger Design		
	تعداد واحد عملی:				تعداد ساعت: ۴۸			
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی					
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری						
	تعدا واحد عملی:							
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال چهارم به بعد								

اهداف درس:

آشنایی با انواع مبدل های حرارتی، شناخت روابط مورد استفاده و روش های طراحی مبدل های حرارتی.

سرفصل درس :

هفته	سرفصل
اول	معرفی انواع ساختار مبدل های حرارتی، مبدل های لوله ای، مبدل های صفحه ای، مبدل های با سطح تماس توسعه یافته، کاربردها و مکانیزم های انتقال حرارت.
دوم و سوم	چیدمان مسیرهای عبور جریان در مبدل ها، معادلات طراحی پایه، ضریب انتقال حرارت کلی، روش اختلاف دمای متوسط لگاریتمی LMTD برای تحلیل مبدل های حرارتی، روش ϵ -NTU برای تحلیل مبدل های حرارتی،
چهارم و پنجم	محاسبات و روش های طراحی مبدل ها. به همراه تشریح الگوریتمهای sizing و rating مبدلهای حرارتی. همچنین، ملاحظات طراحی مکانیکی مبدلهای حرارتی به همراه نکات مربوط به تعمیر و نگهداری مبدلها نیز تدریس می شوند. در نهایت اشاره ای به طراحی اقتصادی مبدلهای حرارتی بر اساس نرخ رشد راندمان ناشی از افزایش واحدهای NTU می شود.
ششم	جابجایی اجباری در جریان آرام، اثر مشخصات فیزیکی متغیر، جابجایی اجباری در جریان مغشوش، جریان مغشوش در مجاری با سطح مقطع غیر دایروی



هفتم	روابط انتقال حرارت در دسته لوله‌ها و کویل های مارپیچ، انتقال حرارت در لوله‌های خمیده،
هشتم	روابط محاسبه افت فشار در جریان های داخل تیوب، افت فشار در جریان های متعامد گذرنده از روی دسته لوله، افت فشار در لوله‌های مارپیچ و خمیده و اتصالات لوله‌ها .
نهم	انتقال حرارت در جریان های مایع و گازی در میکروکانال ها و نانوکanal ها، معرفی کاربردهای مهندسی و علمی.
دهم	ملاحظات پایه در رسوب گذاری، اثرات رسوب گذاری بر انتقال حرارت و افت فشار، جنبه‌ها و دلایل و انواع رسوب گذاری،
یازدهم	ملاحظات طراحی مبدل ها با توجه به رسوب گذاری. معرفی جداول استاندارد رسوب گذاری مبدلهای حرارتی پوسته و لوله صنعتی.
دوازدهم	معرفی و کاربرد مبدلهای سنجاقی Hairpin. ملاحظات طراحی حرارتی و هیدرولیکی تیوب داخلی و بیرونی، مقایسه عملکرد مبدل های دارای فین داخلی و بدون فین،
سیزدهم	روش های بهبود انتقال حرارت، اثرات جانمایی فین ها در طرف صفحه و لوله، روش ها و روابط محاسبه افت فشار و ضریب انتقال حرارت.
چهاردهم	معرفی اجزاء، نحوه محاسبه و روابط موردنیاز برای محاسبه افت فشار و ضریب انتقال حرارت جابجایی سمت پوسته. آموزش طراحی مبدل پوسته و لوله در نرم افزار ASPEN
پانزدهم	. اعمال الگوریتمهای sizing و rating برای طراحی حرارتی و هیدرولیکی یک مبدل پوسته و لوله صنعتی با تکنیک spread sheeting و مقایسه نتایج با مبدل طراحی شده در محیط ASPEN.
شانزدهم	معیار تعادل شیمیایی، ثوابت تعادل برای مخلوط گاز ایده آل، تعادل شیمیایی برای واکنش‌های همزمان، تغییرات ثوابت تعادل واکنش با دما، تعادل فازي.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. “Heat Exchangers: Selection, Rating, and Thermal Design, Third Edition”: S. Kakac, H. Liu, A. Pramuanjaroenkij CRC Press, ۲۰۱۲.
۲. “Fundamentals of heat exchanger design”: R. K. Shah, D. P. Sekulic, Wile, ۲۰۰۳.



سرفصل درس: نیروگاه‌های حرارتی							
عنوان درس به فارسی: نیروگاه‌های حرارتی	تعداد واحد نظری:	پایه		تعداد واحد: ۳		عنوان درس به انگلیسی: Thermal Power Plant	
	تعداد واحد عملی:	تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:	تعداد ساعت: ۴۸	نوع واحد		
	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی:	تعداد واحد نظری: ۳	تعداد واحد عملی:	تخصصی		
اختیاری ■							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ■ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال سوم به بعد							

اهداف درس:

آشنایی کلی با نیروگاه‌های حرارتی شامل نیروگاه‌های بخار، توربین‌های گازی و سیکل‌های ترکیبی و همچنین آشنایی با اجزاء و سیستم‌های جانبی این نیروگاه‌ها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول، دوم و سوم	مروری بر چرخه تولید توان نیروگاه بخار و پارامترهای مهم بر عملکرد آن، بررسی یک سیکل واقعی نیروگاه بخار و رسم تحولات آن در دیاگرام T-S، مقدمه ایی بر طراحی کلی نیروگاه بخار
چهارم	مروری بر چرخه توربین‌های گازی و عوامل موثر بر عملکرد آن
پنجم و ششم	معرفی سیکل ترکیبی و اجزای آن
هفتم، هشتم و نهم	بویلرهای بازیاب و اجزای آن، نکات طراحی
دهم و یازدهم	توربین‌های بخار و اجزای آن، انواع پره‌های توربین بخار
دوازدهم، سیزدهم و	کندانسور و سیستم‌های خنک کن نیروگاه‌های حرارتی شامل سیستم‌های خنک کن یکبار گذر، برج خنک کن تر، سیستم‌های خنک کن خشک مستقیم (کندانسور هوایی) و سیستم‌های خنک کن خشک



چهاردهم	غیر مستقیم (هله)
پانزدهم	سیستمهای تولید همزمان گرما و برق
شانزدهم	بازدید از یک نیروگاه سیکل ترکیبی

ارزشیابی:

پروژه	آزمونهای نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
	اختیاری	۸۰٪	ندارد	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. M.J. Moran, H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, ۵th ed, Johan Wiley & Sons, ۲۰۰۶.
۲. اطلاعات، کاتالوگها و نقشههای نیروگاههای بخار و سیکل ترکیبی



سرفصل درس: مقدمه ای بر سیالات محاسباتی						
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۲ و محاسبات عددی	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۳	عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر دینامیک سیالات محاسباتی
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۴۸	عنوان درس به انگلیسی: Introduction to Computational Fluid Dynamics
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۳	اختیاری				
	تعدا واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با مفاهیم اولیه در مکانیک سیالات محاسباتی، طبقه بندی رفتار معادلات حاکم بر جریان سیال و انتقال حرارت، آشنایی با روش های تفاضل محدود، آشنایی مقدماتی با ترم افزارهای مطرح در دینامیک سیالات محاسباتی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	شرح روش های تحلیلی-تجربی و عددی در تحلیل مسایل مهندسی مکانیک و مکانیک سیالات، تعریف مدل سازی و شبیه سازی، مروری بر روش های مهم شبیه سازی در مکانیک محیط پیوسته
دوم	تعریف پیش پردازش (تولید هندسه و شبکه عددی)، پردازش (اعمال شرایط اولیه و مرزی، تعیین خصوصیات ترموفیزیکی جریان و حل معادلات) و پس پردازش (تحلیل و ارایه نتایج عددی)
سوم	تعریف مشخصه ها، معادلات هذلولوی-بیضوی-سه موی
چهارم	تفاوت های ماهوی معادلات انتشار و تعادل، دسته بندی دستگاه معادلات دیفرانسیل، تعریف مسایل خوش وضع و بد وضع.
پنجم	تخمین مشتقات بر اساس تفاضل های محدود و بسط تیلور، معرفی خطاهای عددی شامل خطای برشی-خطای مدل سازی-خطای گرد کردن
ششم	، ارایه روش های تخمینی تفاضل محدود مشتقات، معرفی اوپراتوهای تفاضلی و تخمین مشتق های مرتبه بالا.



هفتم	معرفی و شرح روش های اولیر صریح-اولیر ضمنی-کرنک تیکولسون برای معادله هدایت حرارتی یک بعدی و گذرا
هشتم	تعمیم روش های عددی به هدایت حرارت دو بعدی، نحوه اعمال شرایط مرزی دیریشله-نیومن و ترکیبی
نهم	روش حل دستگاه های معادلات خطی، تعاریف پایداری همگرایی و سازگاری، قضیه هم ارزی لکس
دهم	معرفی روش دوفورت فرانکل و بررسی سازگاری، تکنیک بررسی پایداری صریح و پایداری فون نیومن، بررسی پایداری روش های عددی برای معادلات سهموی به کمک روش فون-نیومن
یازدهم	بررسی و گسسته سازی معادله هدایت حرارتی دو بعدی و سه بعدی در حالت دائم، اعمال شرایط مرزی دیریشله و نیومن،
دوازدهم	معرفی روش های تکرار در حل معادلات بیضوی (روش های ژاکوبی، گوس-سایدل و روش فوق-تخفیف پیایی)،
سیزدهم	بررسی روش های اولیر صریح، ضمنی، لپ فراگ و غیره برای معادله موج خطی، تعریف عدد کورانت و بررسی پایداری معادلات هذلولوی بر اساس عدد کورانت.
چهاردهم	معرفی اجمالی روش حجم محدود
پانزدهم	معرفی نرم افزارهای تجاری پرکاربرد در دینامیک سیالات محاسباتی و حل مسایل آموزشی نمونه به منظور آموزش تولید هندسه، تولید شبکه عددی
شانزدهم	آموزش تنظیمات نرم افزاری اعمال شرایط مرزی و اولیه، حل عددی و پس پردازش نتایج عددی.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Blazek, Jiri. Computational fluid dynamics: principles and applications. Butterworth-Heinemann, ۲۰۱۵.
۲. Hoffmann, Klaus A., and Steve T. Chiang. "Computational fluid dynamics volume I." Engineering Education System (۲۰۰۰).
۳. Chung, T. J. Computational fluid dynamics. Cambridge university press, ۲۰۱۰.
۴. Pletcher, Richard H., John C. Tannehill, and Dale Anderson. Computational fluid mechanics and heat transfer. CRC press, ۲۰۱۲.



سرفصل درس: توربوماشین ها						
عنوان درس به فارسی: توربوماشین	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	
	الزامی	تخصصی				
			اختیاری			
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

عنوان درس به انگلیسی: Turbomachinery	تعداد واحد: ۳	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۴۸	
	الزامی	تخصصی				
			اختیاری			
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با اصول کارکرد و مبانی طراحی توربوماشین ها.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	تعریف و مبانی توربوماشین و دسته‌بندی انواع آن همراه شرح مختصر تاریخچه و فن‌آوری (تکنولوژی) پمپ، کمپرسور، دمنده (Fan)، توربین (هیدرولیک، گازی و بادی)، محفظه احتراق. شرح مجراهای ورودی و خروجی برای هر دستگاه. نامگذاری اجزاء ماشین. شرح تفاوت توربوماشین و ماشین‌های جابجایی مثبت.
دوم	
سوم	تحلیل ابعادی و تشابه در توربوماشین‌ها و بررسی عملکرد آن‌ها به کمک اعداد بدون بعد.
چهارم	تئوری آبشار پره (Cascade) دو بعدی، محاسبه نیروها ضرایب برا و پسا تشریح کامل یک پره و پارامترهای هندسی آن
پنجم	انتقال انرژی در توربوماشین‌ها: معادله اوپلر در توربوماشین، نمودار (مثلث) سرعت در ماشین‌های جریان-محوری و جریان-شعاعی.
ششم	مفهوم درجه عکس‌العمل و ضربه و مفهوم ضربه لغزش.
هفتم	مفهوم راندمان و انواع آن در توربوماشین‌ها.
هشتم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-محوری با جریان سیال غیرقابل تراکم.



نهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-شعاعی با جریان سیال غیرقابل تراکم.
دهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-محوری با جریان سیال تراکم‌پذیر.
یازدهم	اصول اولیه طراحی توربوماشین‌های جریان-شعاعی با جریان سیال تراکم‌پذیر
دوازدهم	مفاهیم سرج، استال، چوک (Choke یا Stone Wall) و کاویتاسیون در توربوماشین‌ها.
سیزدهم	انواع افت انرژی (Energy Loss) در توربوماشین و محاسبه آن.
چهاردهم	اصول طراحی سه بعدی و تئوری تعادل شعاعی.
پانزدهم	آزمون عملکرد (Performance Test) و منحنی مشخصه توربوماشین.
شانزدهم	بررسی سیستمی: تشابه در پمپ‌ها، ضرایب بی بعد، عملکرد پمپ در سیستم، سری و موازی کردن پمپ‌ها.

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون‌های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۳۰	۶۰		

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

۱. Wilson, David Gordon and Korakianitis, Theodosios, "The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines", Massachusetts Institute of Technology, ۲nd ed., ۲۰۱۴. ISBN: ۹۷۸-۰-۲۶۲-۵۲۶۶۸-۵.
۲. Dixon, S. L., Hall, C. A., "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery", ۷th Ed., Elsevier, ۲۰۱۴.
۳. Sayers, Anthony Terence. "Hydraulic and compressible flow turbomachines", McGraw-Hill, ۱۹۹۰.
۴. Turton, Robert Keith. "Principles of turbomachinery", Springer Science & Business Media, ۲۰۱۲.
۵. Logan Jr., Earl, Roy, Ramendra, "Handbook of Turbomachinery", ۲nd ed., Marcel Dekker, ۲۰۰۳.



سرفصل درس: کنترل آلودگی محیط زیست						
دروس پیش نیاز: شیمی عمومی - ترمودینامیک ۱ - هم نیاز انتقال حرارت ۱	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۳۲
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی		
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲		اختیاری			
	تعداد واحد عملی:					
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					عنوان درس به انگلیسی: Environmental pollution control	
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال سوم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با روش‌های ارزیابی آثار تولید و مصرف انرژی بر محیط زیست (آلودگی هوا ناشی از بخش انرژی، آلودگی آب ناشی از بخش انرژی، آلودگی خاک ناشی از بخش انرژی) و روش‌های کنترل آن

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	فصل اول: مقدمه
دوم	روندها (مرجع ۵-۱)
سوم	تعاریف پایه (مرجع ۱)
چهارم	چرخه مواد (مرجع ۶)
پنجم	فصل دوم: آب و انرژی
ششم	تعاریف (مرجع ۷-۸)
هفتم	آب برای انرژی (مرجع ۷-۸)
هشتم	انرژی برای آب (مرجع ۷-۸)
نهم	آشنایی با سیستم‌های تصفیه پساب (مرجع ۹) طراحی بهینه شبکه آب (مرجع ۹)
دهم	فصل سوم: هوا-انرژی



تعاریف (مرجع ۹)	یازدهم
آلاینده‌های هوا (مرجع ۹)	دوازدهم
آشنایی با فناوری های کنترل پخش هوا (مرجع ۹)	
فصل چهارم: انرژی و آلاینده‌ها	سیزدهم
روش‌های کنترل پخش آلاینده در بخش انرژی (مرجع ۱۰)	چهاردهم
کاربرد منطقی انرژی و پخش آلاینده‌ها (مرجع ۱۰)	
فصل پنجم: اثرات زیست محیطی بخش انرژی	پانزدهم
تحلیل اثرات زیست محیطی (مرجع ۱۱)	شانزدهم
تغییرات آب و هوایی (مرجع ۱)	
آلودگی شهرهای بزرگ	
استانداردها و قوانین محیط زیست	

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

۱. F. M. Vanek, L. D. Albright, Energy Systems Engineering evaluation and implementation, Mc-Graw Hill, ۲۰۰۸.
۲. Key world energy statistics, IEA, ۲۰۱۲.
۳. World energy outlook, IEA, ۲۰۱۲.
۴. ترازنامه هیدروکربنی ایران، موسسه مطالعات بین المللی انرژی، ۲۳۳۱
۵. ترازنامه انرژی ایران، وزارت نیرو، ۲۳۴۱
۶. Georg Schaub, Thomas Turek, Energy flows, material cycles and global development: A process engineering approach to the earth system, Springer, ۲۰۱۱.
۷. Water and Energy Nexus: A Literature Review, water in the west, August ۲۰۱۳.
۸. Water for Energy, World Energy Council, ۲۰۱۰.
۹. R. Smith, Chemical Process Design and Integration, Wiley Student Edition, ۲۰۰۵.
۱۰. The interactions of energy and environment.
۱۱. Jain, Ravi Urban, Lloyd BalBach, Harold Webb, Diana M, Handbook of Environmental Engineering Assessment - Strategy, Planning, and Management, Elsevier (۲۰۱۲).



سرفصل درس: نیروگاه آبی							
دروس پیش نیاز: مکانیک سیالات ۱	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: نیروگاه آبی		
				تعداد واحد نظری:	تعداد واحد عملی:		
	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Hydropower Plant		
							تعداد واحد نظری:
	اختیاری			تعداد واحد نظری: ۲			
				تعداد واحد عملی:			
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد							
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آرایشگاه ☐ سمینار ☐							
سال ارائه درس: سال دوم به بعد							

اهداف درس:

شناخت اصول کار و مبانی اولیه طراحی نیروگاه‌های آبی برای تولید برقایی.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی انرژی آب تاریخچه برقایی، مدیریت آب و فناوری برقایی، عملکرد برقایی، چرخه عمر نیروگاه آبی، مراحل ایجاد برقایی، مزایا و معایب نیروگاه‌های آبی، ایمنی و کمک‌های اولیه در نیروگاه آبی، فناوری‌های نوین در نیروگاه‌های آبی
دوم	پتانسیل‌های برقایی پتانسیل‌های جهانی آب، پتانسیل‌های ملی آب، انواع نیروگاه‌های آبی، طرح‌های نیروگاهی بدون احداث سد مخزنی، طرح‌های نیروگاهی با احداث سد مخزنی، طرح‌های نیروگاهی با پتانسیل جزر و مد، سایر طرح‌ها
سوم	انتخاب سایت نیروگاه‌های آبی مطالعات هیدرولوژیکی، آمار و اطلاعات لازم، ایجاد منحنی‌های تداوم جریان، شبیه‌سازی عملکرد مخزن و برآورد سیلاب، مطالعات زمین‌شناسی، مطالعات ماهواره‌ای، انتخاب سایت و امکان‌سنجی برای پروژه برقایی
چهارم	
پنجم	انواع توربین‌های آبی و اصول کار آنها توربین‌های ضربه‌ای، توربین‌های عکس‌العملی، جریان - شعاعی، جریان - محوری، جریان - مخلوط، توربین‌های حبایی، واحدهای ریم، واحدهای بانکی، واحدهای اشنایدر



ششم	طراحی هیدرولیکی توربین	
	انتخاب توربین و تعیین ظرفیت بهینه نیروگاه، توربین مدل و آزمایشات کارخانه (راندمان، کاویتاسیون، نیروهای تراست، سرعت فرار)، محدودیت‌های عملکرد هیدرولیکی توربین، پارامترهای طراحی هیدرولیکی و ثابت‌ها و منحنی‌های تجربی توربین	
هفتم		
هشتم	پدیده کاویتاسیون در طراحی نیروگاه‌های آبی	
	تعریف کاویتاسیون، نحوه رخداد کاویتاسیون در تجهیزات مکانیکی مختلف، ضریب توما، کنترل پدیده کاویتاسیون، نمونه‌های کاویته شده	
نهم	احداث سدها برای نیروگاه‌های آبی	
دهم	معیارهای انتخاب سد، مراحل انتخاب سد، انواع سد، سدهای ایران، اصول کلی در طراحی سدها، بارگذاری سدها و پدیده‌های حاصل، ایزاربنندی در سدها، سرریزها و انرژی‌شکن	
یازدهم	تجهیزات هیدرومکانیکی سدها	
	مجاری برداشت و انتقال آب، دهانه ورودی، آشغال‌گیرها، مجرای فولادی/بتنی انتقال، انشعابات/تغییر مقاطع، تجهیزات هیدرومکانیک، انواع شیرها، انواع دریچه‌ها	
دوازدهم	تجهیزات اصلی و فرعی نیروگاه آبی	
سیزدهم	اجزای اصلی توربین، محفظه حلزونی، مقسم، چرخ توربین، لوله مکش، شافت توربین و رابط یاتاقان‌ها، گاورنر، ژنراتور و سیستم تحریک، باس‌بار و ترانسفورماتورها، سوئیچ‌گیر، ابزارهای اندازه‌گیری، سیستم هوای فشرده، سیستم تأمین روغن روانکاری، سیستم تأمین آب مصرفی و خنک‌کن، سیستم تخلیه زه‌آب (زهکش) و مجاری، کارگاه مکانیک، سیستم‌های گرمایش و سرمایش، کابل‌ها و سیستم زمین، جوشکاری، اعلام و اطفای حریق، تجهیزات الکتریکی جانبی، جرثقیل اصلی و فرعی، ساختمان نیروگاه	
چهاردهم		
پانزدهم	کنترل فشار و سرعت در نیروگاه‌های آبی	
	مفهوم دروپ سرعت، عملکرد گاورنر در کنترل سرعت، پدیده نوسان فشار و ایجاد ضربه قوچ، نحوه کنترل فشار و جلوگیری از ضربه قوچ	
شانزدهم	بررسی‌های زیست محیطی در طراحی نیروگاه‌های آبی	
	هیدرولوژی، دمای آب، انتقال رسوب، اجتماع ماهیان، اثر تولید برقایی بر زندگی ساکنان	

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵		۵۰	۲۵	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: ماکت نیروگاه آبی موجود در دانشکده



منابع اصلی:

- [۱] P. Breeze, Hydropower, 1st Edition, ۲۰۱۸, Academic Press/Elsevier, London, UK.
- [۲] Stephen Currie, Hydropower, ۲۰۱۲, ReferencePoint Press, San Diego, CA, US.
- [۳] Josepha Sherman, Hydroelectric Power (Energy at Work), ۲۰۰۴, Capstone Press,
- [۴] مهدی مردی، تاسیسات برقابی، ۱۳۸۵، انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)
- [۵] ابوالفضل شمسایی، نیروگاه‌های برقابی، ۱۳۸۳، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف
- [۶] حبیب الله بیات، نیروگاه‌های برقابی، ۱۳۸۰، انتشارات دانشگاه امیر کبیر
- [۷] مجید عباسپور، نیروگاه‌های آبی، ۱۳۶۶، انتشارات دانشگاه آزاد
- [۸] Nigam P., Handbook of Hydroelectric Engineering, ۲nd Edition, ۱۹۸۵, Nem Chand & Bros, Roorkee, India.
- [۹] CC.Warnick, Hydropower Engineering, ۱۹۸۴, Prentice-Hall, New Jersey, US.
- [۱۰] William P.Creager, Hydroelectric Handbook, ۲nd Edition, ۱۹۵۰, Wiley, US.



سرفصل درس: طراحی توربین بخار								
دروس پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲	تعداد واحد نظری:		پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۲	عنوان درس به فارسی: طراحی توربین بخار	
	تعداد واحد عملی:					تعداد ساعت: ۳۲		
	تعداد واحد نظری:		الزامی	تخصصی			عنوان درس به انگلیسی: Steam Turbine	
	تعداد واحد عملی:							
	تعداد واحد نظری: ۲		اختیاری					
	تعداد واحد عملی:							
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد سفر علمی ☐ کارگاه ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال سوم به بعد								

اهداف درس:

آشنایی با اصول عملکرد توربین بخار و تجهیزات اصلی و فرعی، مبانی طراحی و بهره‌برداری.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	معرفی انواع توربین و انتخاب آن چرخه توربین بخار، توربین صنعتی، توربین شعاعی و محوری، توربین دارای ری‌هیت، توربین دارای پس‌فشار، توربین زیرکش‌دار، توربین تقطیری، بررسی جریان سیال در طرح توربین‌های پایه راتو و کورتیس و کمپوندینگ، انواع روش‌های کنترل جریان سیال در توربین، توربین چند محوره، توربین چند سیلندر، توربین چندجریانه
دوم	
سوم	ساختمان توربین بخار ساختمان پوسته (استاتور)، توربین یک و دو پوسته‌ای، پوسته داخلی و خارجی، پوسته جوشی، پیچی و استوانه‌ای، تنش‌های وارده بر پوسته، سامانه گرمایش پیچ‌های پوسته، ساختمان محور (روتور)، روتور دیسکی مجزا و یکپارچه، روتور درامی توپر، توخالی و جوشکاری شده، سامانه آب‌بندی محور، کوپلینگ، انواع یاتاقان‌ها و سامانه روان‌کاری، چرخنده گرداننده (ترنینگ گیر)
چهارم	
پنجم	ارتعاشات در توربین نقاط ثابت توربین روی پایه، انبساط حرارتی محور و پوسته، دوره‌های بحرانی محور، انواع بارگذاری‌ها در اجزای روتور و استاتور، تنش‌ها، کشش‌ها و خمش‌ها، مودهای ارتعاش پره‌ها و حاشیه‌های امن



دینامیک گاز توربین بخار	ششم
انواع جریان در گذرگاه‌های همگرا و واگرا، پدیده موج ضربه (shock) و خفگی (choke) در نازل‌ها، بیضی اشتودلا (شبکه دبی) در گذرگاه‌های همگرا و واگرا، انبساط جریان در بخش مورب پره‌های متحرک و نازل‌ها	
تبدیل انرژی در مرحله یک‌دیفه و دوردیفه	هفتم
منحنی مولیر ($h-s$)، مثلث سرعت‌ها، معادله تبدیل انرژی برای پره‌های ثابت و متحرک، محاسبه توان تولیدی هر مرحله، نحوه کنترل جریان بخار در مراحل مختلف توربین، محاسبه نیروهای وارده بر پره‌ها	
ترمودینامیک توربین بخار	هشتم
قانون اول ترمودینامیک برای پره‌ها، راندمان داخلی نسبی مراحل ضربه‌ای و عکس‌العملی، انواع تلفات شامل تلفات اصطکاکی، تلفات لبه، تلفات گردابی، تلفات سر پره، تلفات ورود جزئی بخار، تلفات ناشی از نشستی بخار، تلفات ناشی از رطوبت بخار، تلفات انتها (در ورودی به کندانسور)، تاثیر نشستی‌ها بر راندمان	نهم
طراحی مسیر بخار توربین	دهم
اصول انتخاب طرح مسیر بخار، برآورد فرآیند جریان بخار در مسیر بخار، برآورد قطر، تعداد و توزیع افت‌های گرمایی مرحله‌های توربین، محاسبه دقیق مسیر بخار همراه با مثال	یازدهم
کندانسور توربین بخار	دوازدهم
نمودار، فرآیندها و موازنه حرارتی کندانسور، محاسبات حرارتی، تجهیزات ایجاد خلأ، انواع آب‌بندی‌ها، منحنی مشخصه کندانسور	
سامانه کنترل توربین	سیزدهم
سامانه‌های کنترل مکانیکی و هیدرولیکی، مدار کنترل و وظیفه اجزای آن، منحنی کنترل بار توربین، سامانه کنترل زمان راه‌اندازی، سامانه‌های کنترل کنارگذر، ساختمان و عملکرد شیر قطع، شیر کنترل و شیرهای یکطرفه (چک والوها)	چهاردهم
سامانه حفاظت توربین	پانزدهم
سامانه محافظ دور (توسط گاورنر و سروموتور)، دما، تنش و ارتعاش، سامانه تست خودکار، سامانه تخلیه قطرات پیش‌گرمکن توربین، منحنی دروپ سرعت در گاورنر، توقف اضطراری (تریپ)	
بهره‌برداری توربین	شانزدهم
انواع بهره‌برداری (فشار-ثابت، فشار-متغیر، با کنارگذر، بدون کنارگذر)، منحنی راه‌اندازی قدم به قدم (از حالت سرد، گرم و داغ)، منحنی توقف، ملاحظات سرد و گرم کردن توربین، مرور داده‌برگ‌های (دیتاشیت‌های) عملکرد، مراحل کلی آزمون عملکرد توربین طبق استاندارد، منحنی‌های مشخصه و منحنی‌های تصحیح عملکرد	

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
۱۵		۵۰	۲۵	۱۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

[۱] داود توکلی و سیدرضا شمشیرگران، توربین‌های بخار و گاز، چاپ دوم، ۱۳۸۹، انتشارات دانشگاه صنعت آب و برق (شهید عباسپور)

[۲] Tadashi Tanuma, Advances in Steam Turbines for Modern Power Plants, ۲۰۱۷, Elsevier Science, Duxford, UK.

[۳] S. L. Dixon, B. Eng. and C. A. Hall, Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, ۷th Edition, ۲۰۱۴, Butterworth-Heinemann.

[۴] H. H. Harrison and Hamilton Ellis, Model Steam Turbines: How to Design and Build Them; A Practical Handbook for Model-Makers, ۲۰۱۱.

[۵] Heinz P. Bloch and Murari P. Singh Steam Turbines, Design, Applications, and Rerating, ۲nd Edition, ۲۰۰۹, McGraw-Hill, Newyork, US.

[۶] William P. Sanders, Turbine Steam Path Maintenance & Repair, Vol.۱-۳, ۲۰۰۱ to ۲۰۰۴, Tulsa, OK. US.

[۷] Zueb Husain, Steam Turbines: Theory and Design, ۱۹۸۷, Tata McGraw-Hill, New Delhi, India.

[۸] S.M. Yahya, Turbines, Compressors and Fans, ۱۹۸۷, Tata McGraw-Hill, New Delhi, India.

[۹] P. Shlyakhin, Steam Turbines: Theory and Design, ۱۹۶۵, University Press of the Pacific, Moscow, Soviet Union.

[۱۰] مدارک توربین بخار زیمنس



سرفصل درس: نیروگاه‌های هسته‌ای						
عنوان درس به فارسی: نیروگاه‌های هسته‌ای	تعداد واحد: ۳	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۴۸		تخصصی	الزامی	دروس پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲-انتقال حرارت ۱	
					تعداد واحد نظری:	
				اختیاری	تعداد واحد عملی:	
					تعداد واحد نظری: ۳	
تعداد واحد عملی:						
عنوان درس به انگلیسی: Nuclear Power Plants						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐						
سال ارائه درس: سال چهارم به بعد						

اهداف درس:

آشنایی با اصول عملکرد نیروگاه‌های هسته‌ای و تجهیزات اصلی و فرعی، مبانی طراحی و بهره‌برداری.

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	مقدمه ای بر نیروگاه های هسته‌ای، بررسی سوخت، خنک‌کننده و آرام‌کننده شناخت مفاهیم پایه و تعاریف مربوط به فیزیک راکتور و فناوری نیروگاه های هسته ای شناخت سوخت، خنک کننده و آرام کننده، واکنش شکافت هسته ای و روشهای کنترل، حفاظ هسته‌ای، مولد بخار، تولید الکتریسیته، دسته بندی راکتورها بر اساس سوخت، خنک کننده و آرام کننده
دوم	مقدمات فیزیک هسته ای: ساختار اتم، شکافت هسته ای، پایداری هسته ای، رادیواکتیویته و تشعشع، تبادلات نوترونی روابط انرژی و جرم
سوم	شناخت راکتورها و اصول کارکرد BWR و PWR
چهارم	شیمی آب مورد استفاده در نیروگاه هسته ای: مروری بر مفاهیم شیمی (مخلوط، محلول، ترکیب، pH، خوردگی و ...) کنترل شیمی آب سیستم های ثانویه و جانبی
پنجم	اساس سیستم خنک کاری و کنترل شیمیایی در PWR لزوم وجود سیستم خنک کاری راکتور، کنترل شیمیایی، ناخالصی ها، رادیوشیمی



ششم	اصول و اساس کنترل شیمیایی سیستم های خنک کاری راکتور BWR لزوم وجود سیستم خنک کاری در این نیروگاه ها و کنترل شیمی آنها، لزوم کنترل کیفیت آب، پارمترهای کنترلی، منابع ناخالصی در راکتور، حذف ناخالصی ها، رادیو شیمی.
هفتم	مقدمه ای بر علم مواد و طبقه بندی مواد با ساختار بلوری، رفتار مواد و تعاریف متالورژیکی، مکانیزم های شکست و دفرمگی،
هشتم	اثرات تشعشع بر مواد و آلیاژها در نیروگاه هسته ای، سوخت هسته ای، توسعه میدان تنش در دیواره راکتور، اثرات خوردگی/سایش، کاربرد آزمون های غیرمخرب
نهم تا یازدهم	مروری بر ساختار اجزاء برقی نیروگاه هسته ای شامل ژنراتورهای AC، ترانسفورماتورها، سیستم های توزیع برق، رگولاتورهای ولتاژ و موتورهای الکتریکی
دوازدهم تا چهاردهم	مروری بر ساختار اجزاء مکانیکی نیروگاه های هسته ای شامل توربینها، پمپها، شیرها، سیستم های پایپینگ و اتصالات، یاتاقان ها و سیستم های روغن کاری، ارتعاشات ماشین های دوار و مسایل ایمنی مربوط به ماشین های دوار
پانزدهم و شانزدهم	سیستم های اندازه گیری دما، فشار و جریان، سیستم های کنترل نیروگاه و دیاگرام های منطقی، علل و عوامل توقف اضطراری نیروگاه های هسته ای

ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون های نهایی		پروژه
		نوشتاری	عملکردی	
۱۰	۲۵	۵۰		۱۵

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- [۱] Ronald Allen Knief "Nuclear Engineering. Theory and technology of commercial nuclear power", American Nuclear Society. ISBN- ۱۰: ۰-۸۹۴۴۸-۴۵۸-۳
- [۲] Paul Cohen "Water coolant technology of power reactors". American Nuclear Society. ISBN: ۰-۸۹۴۴۸-۰۲۰-۰



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: مقدمه ای بر کارآفرینی						
عنوان درس به فارسی: مقدمه ای بر کارآفرینی	تعداد واحد: ۲	نوع واحد	پایه		تعداد واحد نظری:	
					تعداد واحد عملی:	
	تعداد ساعت: ۳۲	الزامی	تخصصی	تعداد واحد نظری:		
				تعداد واحد عملی:		
				تعداد واحد نظری: ۲		
				تعداد واحد عملی:		
	اختیاری					
عنوان درس به انگلیسی: An Introduction to Entrepreneurship						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد						
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

سرفصل درس:

آشنایی با مفهوم کارآفرینی و حوزه‌های کسب و کار، آماده سازی طرح کسب و کار و تحلیل بازار، تامین مالی و قوانین تجارت

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول	آشنائی با تاریخچه کارآفرینی، مفاهیم کارآفرینی و انواع آن
دوم	آشنائی با انواع کسب و کار و مبانی و اصول کسب و کار
سوم	مروری بر مفاهیم مدیریت و تحلیل استراتژیک
چهارم	ارزیابی امکان سنجی و انتخاب ایده کارآفرینی
پنجم	آشنایی با چارچوب یک طرح کسب و کار
ششم	آشنایی با مدیریت و تحلیل بازار

۳۲۶



هفتم	آشنایی با تحلیل خود محصول/خدمات در طرح کسب و کار
هشتم	آشنایی با تحلیل فنی محصول/خدمات در طرح کسب و کار
نهم	آشنایی با قسمت های مالی/اقتصادی طرح کسب و کار
دهم	مرور مفاهیم اقتصاد مهندسی - IRR - نرخ های تنزیل
یازدهم	جمع بندی مباحث طرح کسب کار و مقدمه ای بر طرح امکان سنجی (FS و BP)
دوازدهم	آشنایی با نگارش یک طرح امکان سنجی
سیزدهم	مروری بر قانون تجارت ایران و انواع شرکت های قابل تاسیس
چهاردهم	مروری بر روش های تامین مالی
پانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق
شانزدهم	مباحثه کلاسی و ارائه پروژه ها- دعوت از کارآفرینان موفق

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
%۵۰	اختیاری	%۳۰	-	%۲۰

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- کارآفرینی، یک جرعه از بی نهایت، علیرضا فیض بخش، انتشارات موسسه کار و تامین اجتماعی، ۱۳۹۰
- ۲- کتاب جامع کارآفرینی و کسب و کار، دکتر تیمور آقایی فیشانی، مهندس محمود زارع نیا، انتشارات کتاب طلایی جامع، ۱۳۹۰

۱. Fundamentals of Entrepreneurship, Alloysius Augustine Ogbe, Panamaline Books Distributors, ۲۰۱۸.



سرفصل درس: حقوق شهروندی						
دروس پیش نیاز:	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد:	عنوان درس به فارسی:
	تعداد واحد عملی:				۲	کلیات حقوق شهروندی
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت:	عنوان درس به انگلیسی:
	تعداد واحد عملی:					
	تعداد واحد نظری: ۲	اختیاری				
	تعداد واحد عملی:					
	آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد					
☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار						
سال ارائه درس: سال چهارم						

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا نمودن کلیه شهروندان و بالاص دانشجویان و پژوهشگران تمامی رشته های دانشگاهی در دوره های کارشناسی و کاردانی با حقوق و تکالیف شهروندی به شرح مندرج در قانون اساسی و سایر قوانین و مقررات کشور منبعث از فرهنگ غنی و ارزشمند ایرانی-اسلامی است. همچنین آشنایی با تکالیفی که شهروندان در قبال دولت و ملت باید انجام دهند بوده و مبانی مفهومی حقوق شهروندی بصورت نظری و راهکارهای عملی، نحوه مطالبه حقوق شهروندی بالاص اجرای مفاد حقوق شهروندی که خود چکیده و عصاره کلیه حقوق و آزادی های فردی شهروندی است. با توجه به اینکه در منشور حقوق شهروندی تکلیف آموزش عمومی به عهده وزارتخانه علوم، تحقیقات و فناوری به همراه سایر وزارتخانه های آموزشی از جمله آموزش و پرورش و بهداشت درمان و آموزش پزشکی گذاشته شده است ایجاد این واحد درسی در نظر گرفته شد.

هفته	سرفصل
اول تا چهارم	مقدمه: کلیات: تعاریف، مفاهیم و عبارات



- شهروند و بشر - حقوق شهروندی حقوق طبیعی حقوق اساسی حقوق بشر حقوق عادی - حقوق بشر و بشر دوستانه حقوق عامه -	
فصل اول: مبانی و منابع حقوق شهروندی مبانی حقوق شهروندی کرامت آزادی مشارکت برابری برادری منابع حقوق شهروندی - در حوزه بین المللی اسناد بین المللی و جهانی معاهدات بین المللی ساختارها و نهادهای بین المللی - در حوزه داخلی و ملی موازین اسلامی	پنجم تا هشتم



قانون اساسی	
قوانین عادی	
رویه قضایی	
مقررات	
فصل دوم: انواع و ویژگی های حقوق شهروندی - حقوق مدنی و سیاسی شهروندان حق مشارکت آزادی بیان حق دسترسی به اطلاعات حق بر دادرسی و دادخواهی منصفانه حق حریم خصوصی - حقوق اقتصادی و اجتماعی شهروندان حق بر کار حق بر آموزش حق بر سلامتی حق مالکیت - حقوق فرهنگی شهروندان حق بر علم حق بر مشارکت فرهنگی - حق شهروندان بر محیط زیست سالم و صلح حق بر محیط زیست سالم حق بر صلح	نهم تا دوازدهم



فصل سوم: حقوق شهروندی در عمل - آشنایی با ساختارها و نهادهای مرتبط با حقوق شهروندی در ایران - حقوق شهروندی در حوزه عمومی/ خصوصی - فرایندهای شکلی و دادرسی در احقاق حقوق شهروندی - چالش های توسعه حقوق شهروندی	سیزدهم تا شانزدهم
---	----------------------------------

ارزشیابی:

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی

- ۱- ورعی- سید جواد، حقوق شهروندی در اندیشه اسلامی، انتشارات میراث اهل قلم، تهران، ۱۳۹۵
- ۲- شریفی تراز کوهی، حسین، زمینه ها، ابعاد و آثار حقوق شهروندی بنیاد حقوق میزان، تهران، ۱۳۹۶
- ۳- صالحی، عطاء اله، سیر تحول تاریخی مفاهیم شهروندی و حقوق شهروندی انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۴- مرادخانی، احمد، خزایی، احمد رضا، مبانی فقهی حقوق شهروندی با رویکردی بر حقوق سیاسی و اجتماعی، انتشارات حقوق شهروندی، ۱۳۹۶
- ۵- شریفی طراز کوهی، حسین، درآمدی بر شهروندی جهانی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۲
- ۶- جعفری، فریدون و دیگران، کلیات حقوق شهروندی، انتشارات میزان، تهران، ۱۳۹۷
- ۷- جاوید، محمد جواد، حقوق بشر و حقوق شهروندی در آراء ائمه شیعه، نشر مخاطب، تهران، ۱۳۹۵
- ۸- کریمی، عباس و دیگران- حقوق شهروندی در قلمرو شهرنشینی، نشر دادگستری، تهران، ۱۳۹۵
- ۹- طباطبایی موتنی، منوچهر، آزادی های عمومی و حقوق بشر، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۷
- ۱۰- آیت اله جوادی آملی، فلسفه حقوق بشر انتشارات اسراء، تهران، ۱۳۹۷



سرفصل درس: مخاطرات محیطی								
عنوان درس به فارسی: مخاطرات محیطی	تعداد واحد: ۲	پایه		نوع واحد	تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Environmental Hazards of Iran		
	تعداد واحد نظری: تعداد واحد عملی: تعداد واحد نظری: ۲ تعداد واحد عملی:	الزامی	تخصصی					
		اختیاری						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد								
سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐								
سال ارائه درس: سال چهارم								

اهداف درس:

شناخت انواع مخاطرات طبیعی و انسانی و علل وقوع آن
تبیین نقش مخاطرات طبیعی و انسانی در برنامه ریزی محیطی در ایران

هفته	سرفصل
اول	تعریف مخاطرات طبیعی و انسانی
دوم	زمین لرزه ها
سوم	آتشفشان ها
چهارم	حرکات دامنه ای
پنجم	مخاطرات اقلیمی سیلاب
ششم	مخاطرات ریز گرد ها
هفتم	آتش سوزیهای طبیعی
هشتم	مخاطرات برف و تگرگ
نهم	خشکسالی
دهم	آشنایی با مخاطرات ناشی از مداخلات انسانی (آلودگی ها و فرو نشست)
یازدهم	مخاطرات با منشأ سیاسی



دوازدهم	سنجش پایداری زیر ساخت های شهری و روستایی در برابر مخاطرات
سیزدهم	سنجش پایداری زیر ساخت ها در محیط های طبیعی
چهاردهم	تهیه نقشه های خطر
پانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی شهری
شانزدهم	تهیه نقشه های مخاطرات نواحی روستایی

ارزشیابی

پروژه	آزمون های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	اختیاری	۵۰٪	۳۰٪	۲۰٪

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

منابع اصلی:

- ۱- قهرودی تالی، منیژه، ۱۳۹۳، فرهنگ واژه‌گاه مخاطرات محیطی، جلد اول، قطب مخاطرات محیطی ایران
- ۲- امیدوار، کمال (۱۳۹۴)، مخاطرات طبیعی، انتشارات دانشگاه یزد.
- ۳- کیت، اسمیت (۱۳۸۲)، مخاطرات محیطی، ترجمه ابراهیم مقیمی و شاپور گودرزی نژاد، تهران، انتشارات سمت.
- ۴- Keller, E.A., and DeVecchio, D.E. ۲۰۱۲. Earth's Processes as Natural Hazards, Disasters and Catastrophes. Pearson Education, Inc.

منابع کمکی:



لطفا در این قسمت چیزی ننویسید

سرفصل درس: آزمایشگاه فیزیک ۲							
دروس پیش نیاز: فیزیک ۲	تعداد واحد نظری:	پایه		نوع واحد	تعداد واحد: ۱	عنوان درس به فارسی: آزمایشگاه فیزیک ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	الزامی	تخصصی		تعداد ساعت: ۳۲	عنوان درس به انگلیسی: Physics Laboratory ۲	
	تعداد واحد عملی:						
	تعداد واحد نظری:	اختیاری					
	تعداد واحد عملی: ۱						
آموزش تکمیلی عملی: ☐ دارد ☒ ندارد ☐ سفر علمی ☐ کارگاه ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار							
سال ارائه درس: سال اول به بعد							

اهداف درس:

مشاهده و آزمایش قوانین و پدیده های آموخته شده در فیزیک ۲

سرفصل درس:

هفته	سرفصل
اول دوم سوم	شناسایی اسیلوسکوپ
چهارم پنجم ششم	شناسایی گلوانومتر و تبدیل آن به آمپر متر و ولت متر و وات متر
هفتم هشتم نهم	رسم منحنی مشخصه لامپهای دو قطبی و سه قطبی
دهم یازدهم دوازدهم	رسم منحنی مشخصه دیود و ترانزیستور
سیزدهم چهاردهم	اندازه گیری ظرفیت خازنها

۳۳۴



پانزدهم	
شانزدهم	جمع‌بندی

ارزشیابی:

پروژه	آزمون‌های نهایی		میان ترم	ارزشیابی مستمر
	عملکردی	نوشتاری		
اختیاری	۵۰٪	۵۰٪	اختیاری	اختیاری

ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

تجهیزات مربوط به انجام آزمایش‌های پایه فیزیک

منابع اصلی

۱. “Fundamentals of Physics”: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Wiley, ۱۰th Edition, ۲۰۱۳.



عنوان درس به فارسی: ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد		Advanced Engineering Mathematics I	
پایه	نظری	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری	عملی	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری	نظری / عملی	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

مروری بر توابع چند متغیره و معادلات دیفرانسیلی معمولی، جبر خطی، تابع مختلط کاربردی (حل معادلات مشتقات جزئی و حساب تغییرات)

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. جبر خطی

۱. علایم اندیسی
۲. دترمینان
۳. ماتریس الحاقی و معکوس ماتریس
۴. مرتبه ماتریس
۵. جبر ماتریس و حل سیستم معادلات خطی
 - a. روش حذفی گاوس
 - b. ماتریس سطری پلکانی
 - c. ماتریس سطری پلکانی تحویل یافته
 - d. حل معادلات همگن
 - e. ماتریس‌های مقدماتی
۶. فاکتورگیری LU و فاکتورگیری PLU
۷. مقادیر ویژه و بردارهای ویژه
۸. توان یک ماتریس (توان، تشابه ماتریس، قطری کردن)
۹. فضای برداری
۱۰. زیرفضاها
۱۱. بعد و پایه
۱۲. انتقال‌های خطی
۱۳. هسته و تصویر یک انتقال خطی
۱۴. فرم جردن ماتریس
۱۵. چندجمله‌ای‌های ماتریسی
۱۶. معادلات ماتریسی
۱۷. قضیه کیلی-همیلتون
۱۸. چندجمله‌ای مینیمال
۱۹. رابطه سیلوستر
۲۰. سری‌های ماتریسی



۲۱. پیدا کردن معکوس ماتریس‌های بزرگ
۲۲. معادلات دیفرانسیل خطی (همگن و غیرهمگن)
۲۳. فضای ضرب داخلی
۲۴. نرم‌ها و فواصل
۲۵. ماتریس‌های مثبت معین
۲۶. روش بهترین تقریب و کمترین مربعات

۲. معادلات با مشتقات جزئی

۱. مقدمه‌ای بر معادلات با مشتقات جزئی
 - a. معادلات خطی
 - b. معادلات غیرخطی
 - c. معادلات شبه خطی
۲. معادلات با مشتقات جزئی مرتبه اول
 - a. منحنی مشخصه
۳. معادلات با مشتقات جزئی خطی مرتبه دوم
 - a. معادلات هذلولوی
 - b. معادلات سهموی
 - c. معادلات بیضوی
۴. روش جداسازی متغیرها
۵. مساله اشتروم لیوویل
۶. توابع پریودیک بسل و لژاندر
۷. بسط‌های بسل - فوریه و لژاندر - فوریه

۳. حساب تغییرات

۱. مقدمه و مبانی حساب تغییرات
۲. لم اساسی و ساده‌ترین مساله در حساب تغییرات
۳. تعریف اپراتور تغییرات یا وردش
۴. فانکشنال‌های چندمتغیره و قیود جانبی
۵. اصل کار مجازی
۶. کاربرد اصل کار مجازی
۷. مسائل مهندسی در تغییرشکل‌های کوچک
۸. میله تحت اثر بار محوری
۹. تیر برنولی تحت اثر خمش و برش

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

-	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۲۵ درصد	تمرین
۳۵ درصد	آزمون میان‌ترم
۴۰ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.



چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Matrix analysis and applied linear algebra by Carl D. Meyer, SIAM Publication, ۲۰۱۰.
۲. Applied Linear Algebra by Olver and Shakiban, Springer Publication, ۲۰۱۸.
۳. Partial Differential Equations for Scientists and Engineers by S. J. Farlow
۴. Advanced Engineering Mathematics by Wylie and Barrett, Mc Graw Hill, ۱۹۹۵.



عنوان درس به فارسی: مکانیک محیط های پیوسته ۱		عنوان درس به انگلیسی: Continuum Mechanics I	
نوع درس و واحد			
■ نظری	■ پایه		
□ عملی	□ تخصصی اجباری		
□ نظری / عملی	□ تخصصی اختیاری	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

بیان اصول حاکم بر مکانیک محیط های پیوسته با تاکید بر محیط های جامد الاستیک

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مبانی ریاضی
۲. حرکت اجسام و تئوری تغییر شکل
۳. اصول پایداری
۴. تنش
۵. معادلات ساختاری (متشکله)
۶. معادلات متشکله برای یک سیال
۷. جسم جامد الاستیک
۸. ویسکوالاستیسیته خطی
۹. تئوری ترمودینامیکی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی:

-	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۲۵ درصد	تمرین
۳۵ درصد	آزمون میان ترم
۴۰ درصد	آزمون پایان ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. مکانیک محیط های پیوسته محمد رحیمیان - اسکندری قادی، انتشارات دانشگاه تهران
 ۲. مکانیک محیط های پیوسته برای مهندسان، Thomas Mase, George E. Mase، ترجمه باقریان، سروری و بهشتی، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان
 ۳. مکانیک محیط پیوسته ۱، شهیدی، محزون، موسسه آموزش عالی آزاد دانش پژوهان
 ۴. مقدمه ای بر مکانیک محیط پیوسته با کاربردها، J. N. Reddy، مترجم رضا اکبری آلاشتی، انتشارات دانشگاه صنعتی بابل
۹. Introduction to Continuum Mechanics, W. Michael Lai, D. Rubin, E. Krempf, Fourth Edition, Elsevier.



عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت جابجایی		عنوان درس به انگلیسی: Convective Heat Transfer	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:			پایه ☒ نظری ☐
دروس هم نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☐ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		بین این درس و درس ترمودینامیک پیشرفته انتخاب یک درس اجباری است

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

این درس شامل نکات پیشرفته انتقال حرارت جابجایی است و دانشجویان در این درس به درک عمیق تری از انتقال حرارت جابجایی می‌رسند. هدف از این درس معرفی تئوری جابجایی مقدماتی، ایجاد بینش بر روش‌های تحلیلی در حل مسائل مهندسی واقعی انتقال حرارت و درک مفاهیم مقدماتی رفتار جریان‌های سیال کنترل شده توسط گرادیان‌های فشار آرام و آشسته و متناظر با انتقال حرارت سیال با دیواره‌های جامد می‌باشد. در این درس روش‌های تحلیلی حل معادلات انتقال حرارت و مومنوم برای هر دو جریان آرام و آشسته ارائه شده است.

اهداف ویژه:

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
 - انواع انتقال حرارت جابجایی و تعریف h
۲. معادلات بقا
 - پدیده‌های انتقال، قوانین شار جریان و تنش، قانون فوریه، قانون Fick، اعداد بی بعد Pr ، Le و Sc ، معادله پیوستگی، معادلات بقا مومنوم، جرم و انرژی
۳. انتقال گرما در جریان آرام داخل مجاری
 - جریان آرام توسعه یافته در مجاری، جریان در لوله‌های حلقوی، جریان در حال توسعه و اثرات دهانه ورودی، انتقال حرارت متغیر با دمای متغیر در دیواره لوله، انتقال حرارت متغیر با فلاکس حرارتی متغیر در طول مجرا، جریان در حال توسعه هیدرودینامیکی و حرارتی
۴. جریان خارجی و لایه مرزی هیدرودینامیکی (خلاصه)
 - حل تشابهی، جریان روی صفحه تخت، جریان wedge flow، مکش و تزریق
۵. جریان خارجی و لایه مرزی حرارتی
 - حل تشابهی معادله انرژی، فلزات مذاب Pr کم، سیالات با Pr های بزرگ، انتقال حرارت در جریان Wedge Flow، جریان سکون، روش توایتز Thwaites، اجسام تقارن محوری و تبدیل مانگلر Mangler (خلاصه)، اثر تزریق یا مکش سیال، دمای سطح متغیر
۶. بررسی لایه مرزی حرارتی به روش انتگرالی
 - جریان و انتقال حرارت روی صفحه تخت نیمه بی نهایت با یک ناحیه ابتدایی عایق، دمای سطح متغیر، نرخ انتقال حرارت متغیر، تعمیم روش انتگرالی برای اجسام دو بعدی و سه بعدی با شکل دلخواه
۷. هیدرودینامیک جریان مغشوش (خلاصه)
 - فیزیک جریان، متوسط‌گیری رینولدز، تنش رینولدز، لایه مرزی دو بعدی قانون دیوار، حل معادله مومنوم به روش انتگرالی برای جریان مغشوش، ضریب اصطکاک، مدل دیوار پیوسته (Van_Driest)، اثر زبری سطح، هیدرودینامیک جریان مغشوش در لوله (خلاصه)
۸. انتقال حرارت در لایه مرزی مغشوش و جریان خارجی



ضریب پخش حرارتی گردابه‌ها و معادله انرژی متوسط‌گیری شده، تشابه رینولدز (ϵ_M و ϵ_H)، قانون دیوار برای لایه مرزی حرارتی، ضریب انتقال حرارت برای سرعت جریان آزاد و دمای سطح ثابت، لایه مرزی مغشوش با طول آدیاباتیک اولیه، لایه مرزی مغشوش با دمای سطح متغیر و یا انتقال حرارت متغیر از سطح، لایه مرزی مغشوش با U_∞ متغیر، لایه مرزی حرارتی مغشوش با مکش یا تزریق

۹. انتقال حرارت در جریان مغشوش داخل لوله

توزیع دما، جریان توسعه یافته حرارتی، اثر شرط مرزی حرارتی و Nu_H/Nu_T

۱۰. انتقال حرارت جا به جایی آزاد

۱۱. لایه مرزی حرارتی در جریان با سرعت زیاد

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی:

-	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۱۰ - ۰ درصد	تمرین
۳۵ - ۴۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۵۵ - ۶۵ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Convective Heat and Mass Transfer, Kays & Crawford, Fourth Edition, ۲۰۰۵.
۲. Convective Heat Transfer, Kakac, Sadik, ۱۹۹۵ (۲۰۱۳).
۳. Convection Heat Transfer, A. Bejan, Third Edition, ۲۰۰۴, (Forth Edittion, ۲۰۱۳).
۴. Introduction to Convective Heat Transfer Analysis, Oosthuizen, Patrick, ۱۹۹۹.
۵. Convective Heat Transfer, Arpaci & Larsen, ۲۰۰۲.
۱. Analysis of Heat and Mass Transfer, Eckert.



عنوان درس به فارسی:		ترمودینامیک پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Thermodynamics	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی اجباری ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	بین این درس و درس انتقال حرارت جابجایی، انتخاب یک درس اجباری است

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس مفاهیم اساسی ترمودینامیک مورد بررسی قرار می گیرد. ترمودینامیک در این درس از دیدگاه ماکروسکوپی مورد بررسی و تحلیل قرار می گیرد. دانشجویان در این درس به درک عمیق تر فیزیکی و ریاضی از مفاهیم اساسی و اصول ترمودینامیک مهندسی می رسند. علاوه بر این، در این درس ترمودینامیک آماری نیز مورد توجه قرار می گیرد.

اهداف ویژه:

(پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و قضایای ریاضی مرتبط با ترمودینامیک
۲. قوانین ترمودینامیک (قوانین اول و دوم)
۳. معادلات حالت
۴. روابط ترمودینامیکی و شرایط تعادل
۵. ترمودینامیک مخلوط های همگن
۶. سیستم های چندمولفه ای -چندفازی
۷. واکنش های شیمیایی
۸. اگزرژی و کاربردهای آن
۹. آمار، احتمالات و ترمودینامیک آماری

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

(ث) راهبردهای ارزشیابی:

پروژه	-
ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
تمرین	۱۰ درصد
آزمون میان ترم	۴۰ درصد
آزمون پایان ترم	۴۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

Advanced Thermodynamics for Engineers, Kenneth, Jr. Wark, McGraw-Hill Companies, ۱۹۹۴.

A. Bejan, Advanced Engineering Thermodynamics, ۴th Edition, ۲۰۱۶.

Ahnamalai, Kalyan; Jog, Milind A., Puri, Ishwar K., Advanced Thermodynamics Engineering [۲nd Ed.], CRC Press, ۲۰۱۱.



عنوان درس به فارسی:		سیالات غیر لزج (مکانیک سیالات پیشرفته)	
عنوان درس به انگلیسی:		Inviscid Fluids (Advanced Fluid Mechanics)	
دروس پیش نیاز:		نظری ☒ پایه ☐	
دروس هم نیاز:		تخصصی اجباری ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	بین این درس و درس لایه مرزی انتخاب یک درس اجباری است

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان مباحث تکمیلی و پیشرفته مربوط به مکانیک سیالات را فرا خواهند گرفت. مبنای اصلی این درس بر اساس جریان‌های غیر لزج می‌باشد و دانشجویان اصول مبنایی مکانیک سیالات را با صرف نظر از ترم‌های لزجت فرا می‌گیرند.

اهداف ویژه:

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱۰. سینماتیک جریان (فصل ۴ مرجع [۴]، فصل ۲ مرجع [۲]، فصل ۳ مرجع [۱])
فرض پیوستگی محیط سیال، روش‌های توصیف میدان جریان، دیدگاه اویلری و لاگرانژی، مشتق مادی، خط جریان، خط مسیر، خط اثر، خط زمان، سطح جریان، لوله جریان، رشته جریان، تابع جریان در مختصات دوبعدی، استوانه‌ای، تقارن محوری و کروی، تغییر شکل سیال، کرنش خطی و زاویه ای، ورتیسسته و سیرکولاسیون، حرکت نسبی نسبت به یک نقطه
۱۱. فرم حجم کنترلی و دیفرانسیلی قوانین بقا (فصل ۲ مرجع [۳]، فصل ۴ مرجع [۱]، فصل ۱ و ۳ مرجع [۲])
حجم کنترل، قضیه انتقال رینولدز برای حجم کنترل ثابت و تغییر شکل دهنده، قانون بقای جرم، قانون بقای مومنتوم خطی، اصل مومنتوم زاویه ای و قانون بقای انرژی برای حجم کنترل ثابت و متحرک و دارای تغییر شکل دهنده، تنش در یک نقطه، معادله ساختاری برای سیال نیوتنی، معادلات ناویراستوکس در مختصات ثابت و دوار، معادله انرژی مکانیکی، معادله انرژی کل و انرژی داخلی، قانون دوم ترمودینامیک، معادله برنولی دائم و غیر دائم، شرایط مرزی
۱۲. دینامیک ورتیسسته (فصل ۵ مرجع [۱])
خط ورتکس و لوله ورتکس، ورتکس آزاد و اجباری، قضیه کلوین، تئوری هلمهولتز، معادله کرکو (ارتباط ورتیسسته و انتروپی)، معادله انتقال ورتیسسته در مختصات غیردوار، قانون بیو ساوار، معادله انتقال ورتیسسته در مختصات دوار، برهمکنش ورتکسها
۱۳. جریانهای پتانسیل (فصل ۶ مرجع [۱]، فصل ۴ و ۵ مرجع [۲])
خطوط جریان و تابع پتانسیل، کاربرد متغیرهای پیچیده، جریان‌های ساده (یکتواخت، چشمه و چاه، گردابه ای و جریان دابلت)، برهم نهی (نیم بدنه، جریان حول یک سیلندر استوانه ای، جریان حول یک سیلندر دوار)، جریان در یک گوشه و شکاف، روش تصویری، قوانین انتگرال بلازیوس، نگاشت تطبیقی، تئوری ایرفویل و شرایط کوتاه، تبدیل جاکوفسکی، تبدیل شوارتز کریستوفر، روش پنل دو بعدی، پتانسیل سه بعدی، جریان‌های سه بعدی غیر متقارن، معادلات لاپلاس و حل آن، جریان در سه بعد غیرمتقارن، انرژی جنبشی، جرم افزوده در جریان‌های شتاب‌دار
۱۴. امواج سطحی (فصل ۷ مرجع [۱]، فصل ۶ مرجع [۲])
امواج سطحی با دامنه ی کم، انتشار امواج سطحی، اثر کشش سطحی، پتانسیل‌های پیچیده در امواج سطحی، مسیر ذره در امواج سطحی، امواج ایستاده، انتشار امواج در سطح بین دو مایع

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

(ث) راهبردهای ارزشیابی:



۲۰ درصد	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۱۰ درصد	تمرین
۳۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۴۰ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. P. K. Kundu, Fluid Mechanics, Fourth Edition, Elsevier, ۲۰۰۸.
۲. I. C. Currie, Fundamentals of Mechanics of Fluids, Third Edition, McGraw-Hill, New York, ۲۰۰۲.
۳. M. Potter and J. Foss, Fluid Mechanics, John Wiley & Sons, Inc., ۱۹۷۵.
۴. K. Karamcheti, Principles of Ideal-Fluid Aerodynamics, Karamcheti, ۱۹۶۶.
۵. W.P. Graebel, Advanced Fluid Mechanics, *Academic Press*, ۲۰۰۷.
۶. R. L. Panton, Incompressible flows, ۳rd ed., John Wiley & Sons, ۲۰۰۵.



عنوان درس به فارسی:		لایه های مرزی	
عنوان درس به انگلیسی:		Boundary Layers	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی اجباری ☒ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	تخصصی اختیاری ☐ نظری-عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	بین این درس و درس سیالات غیر لزج انتخاب یک درس اجباری است

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان با مفاهیم کلی سیالات لزج آشنا می شوند.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و مفاهیم اولیه

تاریخچه، تقسیم بندی جریان های سیال، خواص سیال، شرایط مرزی در مسائل جریان حقیقی

۲. معادلات اساسی برای جریان لزج و تراکم پذیر

تقسیم بندی معادلات اساسی، معادله پیوستگی، معادلات ناویر-استوکس، دستگاه مختصات متعامد، پارامترهای بدون بعد در جریان لزج، ورتیسیته در جریان تراکم ناپذیر و لزج، جریان دو بعدی و تابع جریان، معادلات اساسی در دستگاه مختصات غیر اینرسی

۳. حل معادلات جریان ویسکوز سیال نیوتنی

تقسیم بندی روش ها، جریان برشی کوئت، جریان توسعه یافته در مجاری، جریان غیر دائم در مجاری، جریان غیر دائم با مرزهای متحرک، جریان مکشی مجانب، جریان هایی که در اثر باد به حرکت درآمده اند، حل های تشابهی، جریان خزنده خطی

۴. لایه مرزی آرام

معادلات لایه مرزی آرام، حل های تشابهی برای انواع جریان های دائم دو بعدی، جدایی جریان، جریان های برشی آزاد، روش های تقریبی انتگرالی، جریان در ورودی مجاری، لایه مرزی و جریان های برشی آزاد تقارن محوری

۵. پایداری جریان آرام

مفهوم تئوری اغتشاشات کوچک، پایداری جریان آرام، گذار از آرام به مغشوش

۶. لایه مرزی مغشوش، جریان مغشوش تراکم ناپذیر

تحلیل ریاضی جریان مغشوش، معادلات رینولدز، معادلات لایه مرزی برای جریان مغشوش، جریان مغشوش در لوله ها و کانال ها، جریان لایه مرزی مغشوش روی یک صفحه تخت، تحلیل لایه مرزی همراه با گرادیان فشار، جدایی جریان، تئوری نیمه تجربی جریان برشی مغشوش، جت و ویک مغشوش

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



ث) راهبردهای ارزشیابی :

-	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۱۰ - ۰ درصد	تمرین
۳۰ - ۴۰ درصد	آزمون میان ترم
۵۰ - ۶۰ درصد	آزمون پایان ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Schlichting, H., "Boundary Layer Theory". McGraw-Hill, ۲۰۰۰.
۲. Goldstein, S., "Modern Developments in Fluid Dynamics", V. ۱ & V. ۲, Dover Pub. Inc., N.Y., ۱۹۶۵.
۳. Currie, I.G., "Fundamental Mechanics of Fluids", Third Edition, Marcel Dekker, ۱۹۹۳.
۴. O'Neill, M.E., Chorlton, F., "Viscous and Compressible Fluid Dynamics", Ellis Horwood limited, ۱۹۸۹.
۵. Papanastasiou, Georgiou, Alexandrou, "Viscous Fluid Flow". CRC Press, ۲۰۰۰.
۶. White. F.M., "Viscous Fluid Flow". McGraw-Hill, N.Y., ۲۰۰۵.



عنوان درس به فارسی:		اجزا محدود
عنوان درس به انگلیسی:		Finite Element
دروس پیش نیاز:	پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:	تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	۳
تعداد ساعت:		۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

این درس همه ساله به طور ویژه برای دانشجویان دکتری ارائه می شود. این درس مبانی و اصول روش اجزا محدود و همچنین کاربرد آن در حل معادلات ناویر-استوکس تراکم ناپذیر را پوشش می دهد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه

- a. روش مستقیم
- b. ماتریس سختی
- c. کار مجازی
- d. مینیمم انرژی پتانسیلی
- e. فرمول بندی واریانس
- f. روش ریتز
- g. روش باقیمانده های وزنی

۲. روش تقریب گالرکین

- a. فرمولاسیون ضعیف
- b. فضای آزمایشی و توابع آزمون
- c. روش گالرکین بابت و پترو
- d. گسسته سازی با استفاده از المان های محدود
- e. ارائه ماتریس

۳. ویژگی تقریب و خطا

- a. بهترین ویژگی تقریب
- b. تخمین خطا و پایداری

۴. تعریف المان

- a. یک بعدی (خطی، درجه دوم)
- b. درون یابی لاگرانژی و هرمیتی
- c. المان های مثلثی شکل و چهار گوش دو بعدی (ایزوپارامتری)
- d. المان های گذار
- e. ژاکوبین انتقال



f. انتگرال عددی

۵. معادلات نفوذ

a. انتقال حرارت هدایتی پایا

b. انتقال حرارت هدایتی گذرا

c. آنالیز پایداری

d. ماتریس جرمی توده ای

۶. معادله نفوذ جابجایی

a. روش SUPG و GLS

b. روش تیلور – گالرکین

۷. معادله استوکس

a. فرمولاسیون مایرد

b. روش غرامت (Penalty)

c. تخمین خطا و پایداری

۸. معادلات ناویر-استوکس تراکم ناپذیر

a. روش SUPG و GLS

b. حل معادلات غیر خطی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

۵۰ درصد	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
-	تمرین
۲۵ درصد	آزمون میان ترم
۲۵ درصد	آزمون پایان ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. The Finite Element Method, Basic Concepts and Applications, Pepper and Hienrich, ۲۰۰۶.
۲. Intermediate Finite Element Method, Fluid Flow and Heat Transfer Application, Heinrich and Pepper, ۱۹۹۹.
۳. The Finite Element Method, T.J.R. Hughes, ۱۹۸۷.



عنوان درس به فارسی: احتراق پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Combustion	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه		
عملی	تخصصی اجباری		
نظری / عملی	تخصصی اختیاری	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس، دانشجویان مباحث تکمیلی و پیشرفته مربوط به احتراق را فرا خواهند گرفت. هدف از ارائه این درس ارائه اصول اساسی فرآیند احتراق سوخت‌های مختلف و آشنایی با تعادل شیمیایی و سینتیک شیمیایی است. این درس تئوری شعله‌های پیش‌آمیخته و پخشی، تبخیر ذره و سیستم‌های واکنشی را نیز پوشش می‌دهد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. ترمودینامیک احتراق
۳. تعادل شیمیایی
۴. سینتیک شیمیایی
۵. معادلات حاکم بر جریان‌های واکنش شیمیایی
۶. شعله‌های پیش‌آمیخته آرام
۷. شعله‌های غیرپیش‌آمیخته آرام
۸. احتراق قطره و اسپری
۹. احتراق آشفته
۱۰. آلاینده‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی:

۳۰ درصد	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۱۰ درصد	تمرین
۳۰ درصد	آزمون میان ترم
۳۰ درصد	آزمون پایان ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.



۱. K. K. Kuo, Principles of Combustion, ۲nd Edition, John Wiley & Sons, ۲۰۰۵.
۲. S. Turns, an Introduction to Combustion: Concepts and Applications, ۲nd Edition, McGraw-Hill, ۱۹۹۹.
۳. Poinso, Thierry and Veynante, Denis, Theoretical and Numerical Combustion [۳rd Ed.], R.T. Edwards, Inc., ۲۰۱۲.
۴. N. Peters, Turbulent Combustion, Cambridge: Cambridge University Press, ۲۰۰۰.



عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت تابشی		عنوان درس به انگلیسی: Radiative Heat Transfer	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

آشنایی کامل با فیزیک حاکم بر انتقال حرارت تابشی، آشنایی کامل با فرموله کردن مسائل انتقال حرارت تابشی در محیط‌های مشارکتی و غیر مشارکتی در شرایط کلی و طیفی و در بود و نبود حالت‌های دیگر انتقال حرارت، آشنایی اولیه با حل‌های تقریبی و عددی انتقال حرارت تابشی در محیط‌های مشارکتی

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مدل‌های کلاسیک و کوانتوم ویژگی‌های تابشی مواد
۲. تئوری موج الکترومغناطیس برای تابش حرارتی
۳. انتقال حرارت تشعشعی در جذب، انتشار و پخش ذره‌ی واسط
۴. تابش ذاتی لیزر
۵. کاربردها:
 - a. برهمکنش ماده-لیزر
 - b. تصویربرداری
 - c. سنجش مادون قرمز
 - d. گرمایش جهانی
 - e. تولید نیمه رسانا
 - f. احتراق
 - g. کوره‌ها
 - h. فرآیندهای دما بالا
۶. آشنایی با خواص تابشی سطوح - کمیت‌های کلی - جهتی و طیفی
۷. ضرایب شکل
۸. فرموله کردن مسائل تابشی از طریق تئوری تبادل تابش محفظه‌ها
 - a. سطوح دیفیوزر - خاکستری
 - b. سطوح غیرخاکستری
۹. فرموله کردن مسائل تابش هنگامی که حالت‌های دیگر حرارت حضور دارند
۱۰. آشنایی با ساز و کارهای مختلف تابش در محیط‌های مشارکتی



۱۱. معادله انتقال (شدت) تابش

۱۲. حل دقیق تابش در لایه‌های سطحی

۱۳. حل‌های تقریبی تابش در لایه‌های سطحی

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

(ث) راهبردهای ارزشیابی :

۱۰ درصد	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۵۰ درصد	تمرین
۲۰ درصد	آزمون میان ترم
۲۰ درصد	آزمون پایان ترم

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی :

۱. Siegel, R. and Howell, J.R., "Thermal Radiation Heat Transfer", ۴th Edition, Taylor and Francis, ۲۰۱۰.
۲. Modest, M. "Radiative Heat Transfer", ۲nd Edition, Academic Press, ۲۰۰۳.
۳. Sparrow, E.M., "Radiation Heat Transfer, Augmented Edition", CRC Press, ۱۹۷۸.
۴. Hottel, H. C. and Sarofim, A. F., "Radiative Transfer", McGraw-Hill Book Company, New York, ۱۹۶۷.
۵. Reiss, H., "Radiative Transfer in Nontransparent Dispersed Media", Springer Verlag Pbl. ۱۹۸۸.
۶. Chandrasekhar, S., "Radiative Transfer", Dover Pbl. ۱۹۶۰.
۷. Edwards, D. K., "Radiation Heat Transfer Notes", Hemisphere Pbl. ۱۹۸۱.
۸. Planck, M., "The Theory of Heat Radiation", Dover Pbl. ۱۹۹۱.



عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت جابجایی در محیط های متخلخل		عنوان درس به انگلیسی: Convection Heat Transfer in Porous Media	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

دانشجویان در این درس به درک عمیق تری از انتقال حرارت جابجایی در محیط های متخلخل می رسند.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مطالعه مکانیک سیالات در محیط متخلخل

- a. مقدمه
- b. مطالعه تخلخل (Porosity)
- c. سرعت دارسی و معادله پیوستگی
- d. معادله مومنوم: قانون دارسی
- e. قانون دارسی: نفوذپذیری
- f. مطالعه مدل هایی که به قانون دارسی منتهی می شوند
- g. مطالعه مدل های آماری قانون دارسی
- h. توسعه قانون دارسی
- i. بررسی شتاب و سایر اثرات اینرسی
- j. بررسی معادله وورچیمیر
- k. مطالعه معادله برنیکمین
- l. بررسی شرایط مرزی هیدرودینامیکی
- m. اثر تغییرات متخلخل
- n. توربولانس در محیط متخلخل
- o. مطالعه محیط های متخلخل پیچیده

۲. انتقال حرارت از محیط متخلخل

- a. معادله انرژی: بررسی حالات ساده
- b. بررسی معادله انرژی در حالات پیچیده
- c. مطالعه هدایت حرارتی کلی در محیط متخلخل
- d. بررسی اثرات تغییرات فشار، اتلاف انرژی و تعادل ترمودینامیکی
- e. مطالعه براکنش حرارتی در محیط های متخلخل
- f. مطالعه شرایط مرزی
- g. مطالعه آنالوژی هله-شاو در محیط متخلخل



۳. مطالعه انتقال حرارت در محیط متخلخل-جریان های مختلط چند مولفه‌ای-جریان های چند ماده

- a. مطالعه جریان های مختلط چند مولفه‌ای و مفاهیم اساسی
- b. بررسی اصل بقای جرم در یک محیط متخلخل چند مولفه‌ای
- c. مطالعه انتقال حرارت و انتقال جرم به صورت ترکیبی
- d. اثر واکنش های شیمیایی
- e. جریان های چندفازی
- f. اصل بقای جرم
- g. اصل بقای مومنوم
- h. اصل بقای انرژی
- i. مطالعه ی محیط های متخلخل اشباع نشده

۴. جابجایی اجباری

- a. دیواره تخت با دمای ثابت
- b. دیواره تخت با شار ثابت
- c. مطالعه کره و استوانه و لایه مرزی
- d. چشمه های حرارتی لوله ای و خطی
- e. مطالعه اثرات گذرا
- f. اثرات عدم تعادل حرارتی
- g. اثر اینرسی و براکنش حرارتی در جریان های خارجی
- h. اثرات اصطکاک مرزی و تغییرات متخلخل در جریان های خارجی
- i. اثرات اصطکاک، اینرسی، تغییرات متخلخل در جریان های محبوس شده
- j. مطالعه جابجایی اجباری از روی سطوحی که با مواد متخلخل پوشش داده شده اند
- k. مبدل های حرارتی فشرده در محیط متخلخل
- l. مطالعه شبکه درختی برای محاسبه ی حداقل مقاومت در جریان های حجمی به نقطه ای

۵. جریان های جابجایی طبیعی بیرونی

- a. جابجایی آزاد در صفحات عمودی
- b. حل های تشابهی، مطالعه حالت گذرا
- c. اثر تغییرات دمای محیط
- d. لایه های مرزی در انتقال حرارت مرکب
- e. اثرات اصطکاک مرزی، اینرسی و براکنش حرارتی
- f. بررسی مطالعات تجربی
- g. جابجایی در صفحات مورب
- h. جابجایی طبیعی از روی استوانه های متخلخل افقی
- i. جریان از روی استوانه در اعداد رایلی بزرگ
- j. جریان از روی استوانه در اعداد رایلی متوسط و کوچک
- k. مطالعه جابجایی طبیعی از روی کره
- l. مطالعه جابجایی طبیعی از روی کره در اعداد رایلی بزرگ
- m. مطالعه جریان جابجایی طبیعی در جریان های دو بعدی و اجسام متقارن محوری
- n. جریان با چشمه حرارتی نقطه ای، چشمه های حرارتی خطی در اعداد رایلی بزرگ و کوچک



۶. مطالعه جریان های آزاد داخلی – گرمایش از کف
 - a. بررسی اثر ناپایداری جریان جابجایی طبیعی
 - b. مطالعه جریان غیرداری و اثرات براکنش حرارتی
 - c. بررسی تجربی جریان جابجایی طبیعی داخلی
 - d. مطالعه جریان جابجایی طبیعی در استوانه های حلقوی
 - e. مطالعه اثر میدان های مغناطیسی بر جابجایی طبیعی جریان داخلی در محیط متخلخل
۷. بررسی جریان جابجایی طبیعی – گرمایش از وجوه جانبی
 - a. مطالعه رژیم لایه مرزی
 - b. مطالعه پایداری جریان
 - c. جابجایی ترکیبی (هدایت و جابجایی)
۸. مطالعه جابجایی مختلط
 - a. جابجایی مختلط بیرونی و بررسی دیواره عمودی، دیواره های افقی، استوانه های عمودی و افقی، کره و سایر هندسه ها
 - b. مطالعه جریان جابجایی مختلط داخل کانال های افقی
 - c. مطالعه جابجایی مختلط از استوانه های حلقوی افقی
 - d. جریان جابجایی مختلط از داخل استوانه عمودی، استوانه حلقوی عمودی
۹. مطالعه جابجایی با لایه های مرزی پخشی دوگانه
 - a. معادله انتقال حرارت و جرم، مطالعه ی پروفیل های غیرخطی
 - b. مطالعه اثر سورت
 - c. بررسی جریان جابجایی با لایه های پخشی دوگانه در اعداد رایلی بزرگ
۱۰. انتقال حرارت جابجایی با تغییر فاز
 - a. فرآیند ذوب در محفظه هایی که دیواره جانبی آن ها گره شده باشد
 - b. اثر سوپر هیت شدن
 - c. مطالعه انتقال حرارت در حالت انجماد با خنک کاری جانبی
 - d. جوشش – جوشش لایه ای
 - e. مطالعه فرآیند چگالش در محیط های متخلخل

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

پروژه	۱۵ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
تمرین	-
آزمون میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:



۱. Convection in Porous Media by A.Bejan
۲. Vafai, K, Handbook of Porous Media
۳. Kaviani M, Principles of Porous Media
۴. Bear J, Dynamics of Fluids in Porous Media



عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت دوفازی		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Two Phase Heat Transfer
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐		تعداد واحد: ۳
		تعداد ساعت: ۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس مفاهیم اساسی جریان سیالات دوفازی بیان شده و سپس معرفی رژیم‌های مختلف جریان‌های دوفازی انجام می‌شود. در ادامه انتقال حرارت در این رژیم‌ها بررسی و فرمول‌های تحلیلی و تجربی و مدل‌های مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه
۲. مدل‌های اساسی جریان‌های دوفازی
۳. روابط تجربی در جریان‌های دوفازی
۴. مقدمه‌ای بر جوشش
۵. جوشش ساب کولد
۶. جوشش اشباع
۷. تقطیر

ت) راهبرهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی:

پروژه	۲۰ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	۱۰ درصد
آزمون میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان‌ترم	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. J. G. Collier, J.R. Thome, Convective Boiling and Condensation, ۳rd Edition, Oxford University Press, Oxford, ۱۹۹۶.
۲. Tong & Tang, Boiling Heat Transfer & Two Phase Flow, ۲nd Edition, ۱۹۹۷.



۳. Kandlikar, Handbook of Phase Change, ۱۹۹۹.
۴. J. R. Thome, Heat Transfer Engineering Data Book III, ۲۰۰۷, Wolverine.
۵. M. E. Poniewski, J. R. Thome, Nucleate Boiling on Micro Structured Surface, Heat Transfer Research, Inc. (HTRI) USA (۲۰۰۸).
۶. J. R. Thome, Enhanced Boiling Heat Transfer, Hemisphere Pub. Corp. (Taylor & Francis), New York (۱۹۹۰).
۷. Amir Faghri, Yuwen Zhang, Transport Phenomena in Multiphase System, Elsevier (۲۰۰۶).
۸. Timoshenko, S.P. and Woinowsky, K., Theory of Plates and Shells. McGraw-Hill, New York, ۱۹۵۹.



عنوان درس به فارسی: انتقال حرارت هدایتی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Conduction Heat Transfer	
نوع درس و واحد			
نظری ☒	پایه ☐	دروس پیش نیاز:	
عملی ☐	تخصصی اجباری ☐	دروس هم نیاز:	
نظری / عملی ☐	تخصصی اختیاری ☒	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان مباحث تکمیلی درباره انتقال حرارت هدایتی را فرا خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و مفاهیم اساسی
۲. هدایت یک بعدی دائم
۳. هدایت دو بعدی دائم
۴. هدایت گذرا
۵. هدایت در محیط‌های متخلخل
۶. هدایت با تغییر فاز: مسائل مرزهای متحرک
۷. هدایت غیرخطی
۸. حل‌های تقریبی: روش انتگرالی
۹. حل‌های اختلالی (Perturbation Solutions)
۱۰. انتقال حرارت در بافت‌های حیاتی
۱۱. هدایت در مقیاس میکرو

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی:

-	پروژه
۲۰ درصد	ارزشیابی مستمر
۱۰ درصد	تمرین
۳۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۴۰ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Jiji, L. M., Heat Conduction, ۳rd Edition, Springer, ۲۰۰۹.
۲. Schneider, P. J., Conduction Heat Transfer, Addison-Weseley, ۲۰۱۲.
۳. Ozisik, M. N., Heat Conduction, John Wiley & Sons, ۲۰۱۱.
۴. Arpacı, V. S., Conduction Heat Transfer, Addison-Weseley, ۱۹۶۶.



عنوان درس به فارسی: انرژی خورشیدی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Solar Energy	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف درس آشنایی و ارائه روش های تحلیلی برای بررسی عملکرد سیستم های استفاده از انرژی خورشیدی می باشد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر انرژی های تجدیدپذیر
۲. اصول تابش خورشیدی
۳. تابش برون جوی روی سطوح
۴. اثر تضعیف کنندگی جو بر تابش خورشیدی
۵. برآورد تابش آسمان صاف
۶. اجزای مستقیم و پخش تابش روزانه
۷. تابش روی سطوح شیب دار
۸. عبور تابش از پوشش های شفاف
۹. تابش جذب شده
۱۰. کلکتورهای تخت
۱۱. توزیع دما بین لوله ها و در امتداد جریان
۱۲. آبگرم کن خورشیدی فعال و نافع
۱۳. اتصال سری و موازی آب گرم کن ها
۱۴. کلکتورهای متمرکز کننده
۱۵. آشنایی با فتوولتاییک

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۲۵ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	۱۰ درصد
آزمون میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم	۳۵ درصد



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Solar Engineering of Thermal Processes, J. A. Duffie, W. A. Beckman, ۳rd Edition, John Wiley, ۲۰۰۸.
۲. Solar Energy Engineering Processes and Systems, ۲nd Edition, Soteris A. Kalogirou, ۲۰۱۴.
۳. Solar Energy Principals of Thermal Collection and Storage, ۳rd Edition, S. P. Sukhatme, J. K. Nayak, Tata McGraw-Hill, ۲۰۰۹.



عنوان درس به فارسی: آیرودینامیک توربین های بادی		عنوان درس به انگلیسی: Wind Turbine Aerodynamics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☒ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

- پس از تکمیل دوره دانشجویان قادر خواهند بود تا:
- از دانش بدست آمده در مورد آیرودینامیک توربین های بادی استفاده کنند تا نیروهای ساختاری و شرایط درک شده توسط توپین بادهای مقیاس صنعتی را پیش بینی کنند.
 - با استفاده از نرم افزارهای آنالیز مدرن که در صنعت باد در حال استفاده می باشد یک طراحی توربین باد را تحلیل کنند.
 - یک پره ی توربین باد چند مگاواتی مدرن طراحی کنند.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

- توسعه توربین های بادی
- تئوری مومنتم، تئوری مومنتم المان پره
- بارهای دینامیکی بر پره های توربین بادی
- ایرفویل های توربین بادی
- طراحی توربین بادی و قوانین تحلیل بارها
- مقدمه ای بر روش های گردابه-ویک، روش های گردابه ویک، روش های ویک آزاد
- مدل های محاسباتی پیشرفته
- بهینه سازی توربین های بادی
- افزایش چرخش و تعویق استال
- دوران پایا حول محور قائم در توربین بادی
- تولید نویز در توپین بادی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۳۵ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۵ درصد
تمرین	-
آزمون میان ترم	۱۵ درصد
آزمون پایان ترم	۳۵ درصد



(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Aerodynamics of Wind Turbines, M. L. Hansen, ۲nd Edition, Earthscan, ۲۰۰۸.
۲. Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery, ۷th Edition, S. L. Dixon and C. A. Hall Elsevier, ۲۰۱۴.
۳. Wind Turbine Technology, Fundamental Concepts of Wind Turbine Engineering, ۲nd Edition, David A. Spera (Editor), ASME Press, ۲۰۰۹.
۴. Wind Turbines _ Fundamentals, Technologies, Application, Economies, Erich Hau, Springer ۲۰۱۳.



عنوان درس به فارسی:		پردازش موازی	
عنوان درس به انگلیسی:		Parallel Processing	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

امروزه، کامپیوتر به یک ابزار همگانی تبدیل شده است که در تمامی رشته‌های علوم و مهندسی کاربرد دارد. از طرفی به دلایل و ضرورت‌های عملیاتی و فنی، تقریباً تمامی کامپیوترها و تجهیزات محاسباتی دارای بیش از یک هسته محاسباتی بوده و قابلیت این را دارند که محاسبات را به صورت همزمان بر روی چند هسته پردازشی انجام دهند. اجرای همزمان محاسبات بر روی چندین پردازنده که اصطلاحاً به آن پردازش موازی می‌گویند، نیازمند برنامه‌نویسی موازی می‌باشد. با توجه به اینکه به نظر می‌رسد که آینده محاسبات با پردازش موازی عجین بوده، لذا آشنایی دانشجویان تحصیلات تکمیلی با تکنولوژی پردازش موازی و همچنین کسب دانش برنامه‌نویسی موازی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این درس دانشجویان با مفاهیم پایه پردازش و انجام محاسبات در رایانه‌ها، مفاهیم پردازش موازی، مدل‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و همچنین روش‌ها و ابزارهای برنامه‌نویسی موازی آشنا خواهند شد. با توجه به پیشرفت و توسعه سریع در سخت‌افزار و همچنین نرم افزار رایانه‌ها، ضرورت دارد تا محتوای درس مرتباً به‌روز رسانی شده و مطالب جدید در اختیار دانشجویان قرار گیرد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمات و مفاهیم کلی پردازش در کامپیوتر
۲. آشنایی با لینوکس و کاربرد آن در برنامه‌نویسی موازی
۳. مقدمات و مفاهیم پردازش موازی
۴. آشنایی با استاندارد MPI برای برنامه‌نویسی موازی در مدل حافظه توزیع شده
۵. آشنایی با استاندارد OpenMP برای برنامه‌نویسی موازی در مدل حافظه مشترک
۶. آشنایی با سایر مدل‌های برنامه‌نویسی موازی و ابزارهای به‌روز پردازش موازی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۵۰ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
تمرین	۱۰ درصد
آزمون میان‌ترم	۱۰ درصد
آزمون پایان‌ترم	۲۰ درصد



ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. An Introduction to Parallel Programming, Book by Peter Pachoco
۲. Parallel programming in C with MPI and OpenMP, Book by Michael J. Quinn
۳. Introduction to parallel programming, Book by Steven Brawer
۴. <https://www.guru۹۹.com/unix-linux-tutorial.html>
۵. <https://www.linux.org/forums/linux-beginner-tutorials.۱۲۳/>
۶. <https://www.w۳schools.in/c-tutorial/>
۷. <https://www.open-mpi.org/doc/current/>



عنوان درس به فارسی: ترمودینامیک آماری		عنوان درس به انگلیسی: Statistical Thermodynamics	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:			پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف اصلی این درس ارائه اصول و مبانی ترمودینامیک آماری است. در این راستا قوانین اول و دوم ترمودینامیک و خواص ترمودینامیکی از نقطه نظر آماری بررسی خواهند شد. مطالبی که در این درس دنبال خواهد شد عبارتند از اصل هایزنبرگ و معادله موج، تابع حامل انرژی های انتقالی، انرژی داخلی ذرات چند اتمی، واکنش های چندتائی و همزمان، روش های مختلف توزیع آماری و معادلات حالت

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمات: مقدمات احتمالات، معادلات ماکسول، تئوری اتمی
۲. اصل هایزنبرگ و مشخصه معادله موج، مدل هارمونیک برای انرژی نوسانی و دورانی، مولکول های دو اتمی و مدل عمومی
۳. تابع حائل انرژی های انتقالی، نوسانی، دورانی و الکترونیکی ذرات، مدل انیشتین و دبی برای اجسام جامد
۴. انرژی داخلی ذرات چند اتمی، تعیین ثابت های تعادل و عناصر موجود در واکنش های شیمیایی در حال تعادل
۵. واکنش های چندتائی و همزمان
۶. توزیع ذرات ماکسول=بولتزمن، توزیع بوز انیشتین و توزیع فرمی دیراک
۷. مدل Grand Canonical در سیستم های وابسته
۸. معادلات حالت، معادله حالت نیروی (Virial)، تعیین ضرایب نیروی در معادله حالت، توابع پتانسیل بین مولکول ها و ذرات برای تعیین ضرایب نیروی، تعیین ضرایب نیروی مخلوط چند گاز، مخلوط گاز مایع

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

-	پروژه
-	ارزشیابی مستمر
۱۵ درصد	تمرین
۴۰ درصد	آزمون میان ترم
۴۵ درصد	آزمون پایان ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.



۱. Norman M. Laurendeau, Statistical Thermodynamics, Cambridge University Press, ۲۰۰۵.
۲. Donald A. McQuarrie, Statistical Mechanics, University Science Books, ۲۰۰۰.
۳. Terrell L. Hill, an Introduction to Statistical Thermodynamics, Dover Publications, ۱۹۸۷.
۴. D. Chandler, Introduction to Modern Statistical Mechanics, Oxford University Press, ۱۹۸۷.
۵. J.E. Lay, Statistical Mechanics and Thermodynamics of Matter, Harper & Row Publisher, ۱۹۹۰.



عنوان درس به فارسی:		توربولانس	
عنوان درس به انگلیسی:		Turbulence	
دروس پیش نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
دروس هم نیاز:		تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد واحد:		۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان با اصول فیزیکی و مبانی جریان مغشوش و همچنین مقدماتی از روش های مدل سازی جریان های آشفته آشنا می شوند که عمده ی مطالب مبتنی بر مراجع ۱ و ۲ است.

اهداف ویژه:

(پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر فیزیک توربولانس
۲. کاربردها، ویژگی ها، روش های تحلیل، منشع، پخش و اسکیل ها در جریان توربولانس
۳. انتقال آشفته مومنوم و حرارت
۴. تجزیه رینولدز، متغیرهای همبسته، تنش و معادلات رینولدز، تئوری جنبشی گازها، تخمین تنش رینولدز، تئوری طول مخلوط و محدودیت های آن
۵. دینامیک توربولانس
۶. ملاحظات فیزیکی معادلات انرژی جنبشی متوسط و توربولانسی، دینامیک ورتیسیت متوسط و لحظه ای، دینامیک نوسانات دما
۷. جریان های برشی آزاد شامل ویک، جت و لایه مخلوط
۸. جریان های محدود به دیوار شامل جریان های لوله و کانال و همچنین لایه مرزی با اثرات گرادیان فشار
۹. انتقال آشفته ی همگن و ساکن در جریان برشی و خاص
۱۰. مباحث ویژه مرتبط با توربولانس
۱۱. مقدمه ای بر مدل سازی توربولانس

(ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

(ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۱۰ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	۱۰ درصد
آزمون میان ترم	۴۰ درصد
آزمون پایان ترم	۴۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. A first course in turbulence, H. Tennekes & J. H. Lumley.
۲. Turbulence, J. O. Hinze.
۳. Turbulent flow (Analysis, Measurement and Prediction) , P. S. Bernard & J. M. Wallace.
۴. Turbulence modeling for CFD, D. C. Wilcox.
۵. Introduction to turbulence, P. A. Libby.
۶. The physics of fluid turbulence, W. D. McComb.
۷. Turbulent flow, S. B. Pope.



عنوان درس به فارسی: توربوماشین پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Turbomachinery	
نوع درس و واحد			
نظری	پایه	دروس پیش نیاز:	
عملی	تخصصی اجباری	دروس هم نیاز:	
نظری / عملی	تخصصی اختیاری	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه ■ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف این درس آشنایی با معادلات حاکم در دستگاه مختصات چرخان و طراحی یک بعدی و سه بعدی توربوماشین های شعاعی و محوری می باشد. اصول طراحی کمپرسورهای محوری و گریز از مرکز و همچنین توربین های محوری و شعاعی آموزش داده می شود.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه: اهداف، تعاریف، مقایسه توربین های گازی با دیگر موتورها
۲. مروری بر ترمودینامیک: قانون اول ترمودینامیک، قانون دوم ترمودینامیک، معادله انرژی جریان دائم، توابع جریان تراکم پذیر برای یک گاز ایده آل، تعاریف راندمان توربوماشین
۳. ترمودینامیک سیکل های توربین گاز: دیاگرام دما-انترپزی، فرآیندهای واقعی، انتخاب نسبت فشار برای بیشترین توان، انتخاب نسبت فشار بهینه برای بیشترین راندمان، طراحی سیکل، محاسبات عملکرد سیکل، راندمان در مقابل توان مشخص برای موتورهای توربوشافت، سیکل های پیشران، مشخصات کاری سیکل های نیروی پیشران، توصیفات و عملکرد موتورهای دیگر
۴. دیفیوژن و دیفیوزرها: دیفیوژن در مجراها، اندازه گیری های عملکرد، افزایش تئوریک فشار به عنوان یک معیار طراحی، اثرگذاری دیفیوزرها، داده های عملکردی دیفیوزرهای محوری، عملکرد دیفیوزرهای شعاعی، درفت تیوپ برای توربین های هیدرولیکی، فاکتور ریسک در طراحی دیفیوزر
۵. انتقال انرژی در توربوماشین ها: معادله ی اویلر، دیاگرام های سرعت، کمپرسورهای محوری و دیاگرام های سرعت پمپ، دیاگرام های سرعت توربوماشین های شعاعی، اصلاحات بازده ماکزیمم طبقه با نسبت شعاع و سرعت ویژه، روش های طراحی مقدماتی توربوماشین های جریان شعاعی، انتخاب تعداد مرحله
۶. دیاگرام های سرعت سه بعدی در توربوماشین های محوری: طبقه کار-ثابت، شرایط تعادل شعاعی، کاربرد معادله تعادل شعاعی برای توزیع سرعت، تغییر ضریب عکس العمل، ملاحظات عملی پیچش پره ها، روش های محاسبه ی انحنا-خط جریان
۷. طراحی و پیش بینی عملکرد توربین های جریان محوری: مراحل طراحی مقدماتی، شکل و تعداد پره، مراحل طراحی جزئی با تاکید بر موتورهای هواپیما، اثرات توزیع انحنای سطح پره، طراحی انحنای پره توربین، برهمکنش روتور-استاتور، تخمین راندمان عملکرد طبقات توربین محوری، رفتار توربین های هوا-خنک شونده، روابط تلفات، داده های تجربی تلفات برای توربوماشین جریان محوری، ویژگی های عملکردی توربین
۸. طراحی و پیش بینی عملکرد کمپرسورهای محوری:



مقدمه، تست کسکید، طراحی اولیه‌ی فن‌های تک-طبقه و کمپرسورها، طراحی تیغه کمپرسور با انحنا معین، تخمین عملکرد کمپرسورهای جریان محوری، طراحی و تحلیل کمپرسورهای محوری چند طبقه، سرج، مرحله stacking کمپرسور محوری، روشهای راه اندازی سرعت پایین برای کاهش استال، کمپرسورهای محوری-شعاعی، فن‌ها و کمپرسورهای گذر صوتی، هندسه‌های اصلاح شده پره‌ها، فلاتر، طراحی پمپ جریان محوری روش‌های طراحی توربوماشین‌های شعاعی:

۹. پیچیدگی‌های طراحی دقیق، مزایا و معایب و حوزه‌های کاربرد، فرآیند طراحی برای کمپرسورها، فن‌ها و پمپ‌ها، فرآیند طراحی برای توربین‌های جریان شعاعی، نازل‌های توربین‌های جریان شعاعی، مشخصات کاری توربوماشین‌های جریان شعاعی، پیکربندی‌های روتور، شکل پره، محدوده‌ی سرج، تخمین عملکرد در شرایط غیر طراحی، طراحی پمپ‌های سانتریفیوژ، کاویتاسیون و جریان دوفازی در پمپ‌ها، تلفات کاری کاویتاسیون ۱۰. طراحی توربوماشین‌ها با استفاده از نرم‌افزار CFX و تحلیل CFD توربوماشین‌ها

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۲۰ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	۱۵ درصد
آزمون میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان‌ترم	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Wilson, David Gordon, "The Design of High-Efficiency Turbomachinery and Gas Turbines", ۲nd Edition, Prentice-Hall Inc, ۱۹۹۸.
۲. Dixon S. L., Fluid Mechanics & Thermodynamics of Turbomachinery, Elsevier, ۷th Edition.
۳. Turbo Machines, Arasu, A. V., VIKAS Publishing House PVT LTD, ۲۰۰۱.
۴. توربوماشینها، دکتر ابراهیم شیرانی، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.
۵. Hydraulic and Compressible Flow Turbomachinery, Sayers, A. T., McGraw-Hill book Company, ۱۹۹۰.
۶. Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Hill, P. G. and Peterson, C. R., ۱۹۹۲.



عنوان درس به فارسی: توربین گاز پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد		Advanced Gas Turbine
نظری ☒	پایه ☐	دروس پیش نیاز:
عملی ☐	تخصصی اجباری ☐	دروس هم نیاز:
نظری / عملی ☐	تخصصی اختیاری ☒	تعداد واحد: ۳
		تعداد ساعت: ۴۸

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☒ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف این درس فراگیری اصول عملکرد انواع توربین گاز، طراحی صفر بعدی سیکل توربین گاز، طراحی یک بعدی اجزا و بررسی انطباق اجزا می باشد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. آشنایی با اصول کارکرد موتور های بنزینی:
- سیکل باز با ترکیب تک محور و دو محور، ترکیب چند محور، سیکل بسته، پیشرانش هواپیما، کاربردهای صنعتی، پروسه طراحی توربین گاز
۲. سیکل های تولید قدرت:
- روش محاسبه تلفات اجزا، محاسبه عملکرد نقطه طراحی، عملکرد مقایسه ای سیکل های عملی، سیکل های ترکیبی، توربین گاز سیکل بسته
۳. توربین گاز برای تولید پیشرانش:
- معیارهای عملکردی، بازده نازل پیشرانش و ورودی هوا، سیکل ساده توربوجت، موتور توربوفن، موتور توربوپراپ، افزایش پیشرانش
۴. طراحی دهانه ورودی هوا و طراحی نازل
۵. کمپرسورهای گریز از مرکز:
- دیفیوزر، اثرات تراکم پذیری، کمیت های بی بعد، منحنی عملکردی کمپرسور، روش طراحی
۶. طراحی کمپرسور و فن محوری:
- تئوری پایه، فاکتورهای مؤثر در نسبت فشار، انسداد، ضریب عکس العمل، جریان سه بعدی، روند طراحی، طراحی پره، محاسبه عملکرد طبقه، اثرات تراکم پذیری، عملکرد خارج طرح، منحنی عملکردی کمپرسور محوری
۷. طراحی توربین محوری:
- تئوری اولیه توربین محوری، تئوری ورتکس، انتخاب پروفیل پره، گام و کورد، تخمین عملکرد طبقه، عملکرد کلی توربین، توربین های خنک شونده، توربین شعاعی
۸. طراحی محفظه احتراق:
- الزامات عملکردی، انواع سیستم احتراق، فاکتورهای طراحی محفظه احتراق، عملکرد محفظه احتراق
۹. طراحی و پیش بینی عملکرد توربین گاز برای شرایط خارج از نقطه طراحی:
- منحنی عملکرد اجزا، عملکرد خارج طرح توربین گاز تک محور، خط تعادل ژنراتور گازی، عملکرد خارج طرح موتور توربین آزاد، عملکرد خارج طرح موتور جت، روش های رسم خط تعادل

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :



۲۰ درصد	پروژه
۱۵ درصد	ارزشیابی مستمر
-	تمرین
۳۰ درصد	آزمون میان ترم
۳۵ درصد	آزمون پایان ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Gas Turbine Theory, Cohen, Rogers .
۲. Mechanics and Thermodynamic of Propulsion, Hill & Peterson.
۳. Elements of Propulsion, Mattingly.



عنوان درس به فارسی: دینامیک ذرات معلق		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Aerosol Dynamics	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان دینامیک ذرات معلق جامد و مایع در هوا و نحوه مدل سازی آن را فرا خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه
۲. خواص گازهای ایده آل
۳. توزیع آماری اندازه ذرات
۴. حرکت یکنواخت در ذرات معلق
۵. حرکت شتابدار مستقیم الخط و حرکت منحنی الخط در ذرات معلق
۶. حرکت براونی و پخش
۷. نشست ذرات معلق
۸. چسبندگی در ذرات معلق
۹. تبخیر و میعان
۱۰. فیلتراسیون
۱۱. خواص الکتریکی ذرات معلق
۱۲. خواص اپتیکی ذرات معلق
۱۳. روش های اندازه گیری ذرات معلق

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۲۰ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
تمرین	۱۰ درصد
آزمون میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.



چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. W.C. Hinds, Aerosol Technology: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles, ۲nd Edition, Wiley, ۱۹۹۹.
۲. S.K. Friedlander, Smoke, Dust and Haze, Fundamental of Aerosol Dynamics, ۲nd Edition, Oxford University Press, ۲۰۰۰.
۳. J.H. Seinfeld and S.N. Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, ۳rd Edition, Wiley, ۲۰۱۶.
۴. F. M. White, Viscous Fluid Flow, McGraw Hill, New York, ۲۰۰۶.
۵. R.L. Panton, Incompressible Flow, ۴th Edition, Wiley, ۲۰۱۳.



عنوان درس به فارسی:		دینامیک سیالات محاسباتی ۱	
عنوان درس به انگلیسی:		Computational Fluid Dynamics I	
دروس پیش نیاز:		نوع درس و واحد	
دروس هم نیاز:		پایه ☐ نظری ☒	
تعداد واحد:	۳	تخصصی اجباری ☐ عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان مباحث مربوط به حل عددی معادلات PDE و تحلیل خطای ایجاد شده به وسیله روش‌های مختلف گسسته‌سازی را فرا خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه:

- a. دسته‌بندی رفتار معادلات PDE
- b. دسته‌بندی معادله شبه‌خطی مرتبه دوم بر اساس وجود مسیرهای مشخصه‌ای، فرم کانونیک معادلات
- c. معادلات نوع هایپربولیک، معادله موج خطی مرتبه اول و دوم و حل مشخصه‌ای آن
- d. معادلات نوع پارابولیک، معادله انتقال حرارت
- e. معادلات نوع الیپتیک، معادله لاپلاس
- f. رفتار سیستم معادلات شبه‌خطی مرتبه اول
- g. تعیین رفتار معادلات مرتبه بالاتر و در چند بعد فضا
- h. انتخاب شرایط مرزی و اولیه مناسب برای معادلات PDE، تعریف مساله خوش رفتار
- i. معرفی معادله‌های مدل ساده متناظر با معادلات ناویر-استوکس

۲. گسسته‌سازی معادلات به روش تفاضل محدود Finite Difference Discretization Techniques

- a. بدست آوردن تقریب‌های تفاضلی برای عبارت مشتق
 - i. استفاده از سری تیلور
 - ii. استفاده از اپراتورهای تفاضلی
 - iii. تقریب مرتبه بالای فشرده یا ضمنی مشتق
 - iv. تقریب مشتق با استفاده از برازش چند جمله‌ای
 - v. تقریب مشتق در چند بعد فضا، مشتق‌های مختلط
- b. بدست آوردن معادلات تفاضلی FDE
 - i. فرم صریح معادلات FDE
 - ii. فرم ضمنی معادلات FDE
 - iii. تعریف خطای سازگاری و پایداری
 - iv. قضیه Lax و شرط همگرایی جواب معادله FDE به جواب دقیق معادله PDE
- c. روش‌های مرسوم بررسی پایداری، روش فوریه، روش ماتریسی و روش انرژی



- d. بررسی خطای روش‌های عددی در روی شبکه‌های با سایز محدود
 - i. تحلیل خطا به کمک معادله اصلاح شده
 - ii. تحلیل فرکانسی خطا
 - e. روش‌های تفاضل محدود برای معادلات با رفتار هایپربولیک (معادله Advection)
 - i. روش‌های مرتبه اول ضمنی و صریح و خطای دامنه
 - ii. روش‌های مرتبه دوم ضمنی و صریح و خطای فاز
 - iii. روش‌های چند مرحله‌ای
 - iv. تعمیم به چند بعد فضا، روش کاملاً گسسته در مقابل روش تقسیم اپراتورها
 - f. روش‌های تفاضل محدود برای معادلات با رفتار پارابولیک (معادله دیفیوژن)
 - i. روش‌های صریح و ضمنی ساده
 - ii. روش Crank-Nicolson و الگوریتم ترکیبی
 - iii. روش Keller Box
 - iv. تعمیم به چند بعد فضا، روش کاملاً گسسته در برابر روش عمومی فاکتورگیری ضمنی
 - g. روش‌های تفاضل محدود برای معادلات با رفتار الیپتیک (معادله پواسون)
 - i. الگوریتم پنج نقطه‌ای و نه نقطه‌ای
 - ii. روش‌های مستقیم و تکراری حل دستگاه معادلات جبری: روش‌های تکراری ایستا: ژاکوبی، گوس-سیدل، SOR و SIP تکنیک‌های شتاب‌دهی روش‌های ایستا، روش چند شبکه‌ای روش‌های غیر ایستا، تعریف فرم مرتبه دوم، روش سریعترین فرود، روش جهت‌های جستجو مزدوج و گرادیان مزدوج و BCG و GMRES
 - h. روش حل دستگاه معادلات غیر خطی، روش شبه نیوتونی و روش تکراری Picard
۳. روش‌های تفاضل محدود برای معادلات هایپربولیک غیر خطی
- a. فرم اسکالر معادله بقا، تعریف سرعت موج و فرم شبه خطی، رفتار مشخصه‌ها و جواب مشخصه‌ای معادله غیرخطی
 - b. ایجاد موج ضربه‌ای، تعریف جواب ضعیف و شرط هوگونیوت، غیریکتایی جواب ضعیف و شرط انتروپی عددی
 - c. تعمیم صوری روش‌های خطی به معادله برگرز، روش‌های عددی برای معادله convection-diffusion
۴. گسسته سازی معادلات به روش حجم محدود Finite Volume Methods
- a. فرم انتگرالی معادله ژنریک Convection-Diffusion
 - b. تعریف کمیت متوسط سلولی و تقریب انتگرال‌های حجمی و سطحی در معادله ژنریک با دقت مورد نظر
 - c. میان‌یابی کمیت‌های سطحی از مقادیر متوسط سلولی در محاسبه شار جابجایی، روش UDS، CDS، Spalding، روش تصحیح تاخیری Deferred Correction، روش QUICK و روش‌های High-Resolution
 - d. تعمیم به چند بعد فضا
۵. گسسته سازی معادلات به روش المان محدود گالرکین Galerkin Finite Element Method
- a. روش‌های باقیمانده وزنی Weighted Residual Methods و انواع آن
 - b. روش المان محدود گالرکین
 - c. تعریف توابع شکل خطی و quadratic و بررسی دقت آنها در میان‌یابی جواب
 - d. اعمال روش المان محدود گالرکین به معادله Sturm-Liouville
 - e. اعمال روش المان محدود گالرکین به معادله کانوکشن-دیفیوژن
 - f. تعمیم به چند بعد فضا، اعمال روش المان محدود گالرکین به معادله پواسون

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:



ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۵۰ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	-
آزمون میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان‌ترم	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Third Edition, Pletcher, Tanehill, Anderson.
۲. Computational Methods for Fluid Dynamics, Ferziger, Peric.
۳. Numerical Methods for Conservation Laws, LeVeque.
۴. Hand Book of Grid Generation, Tompson, Soni, Weatherill.



عنوان درس به فارسی: دینامیک سیالات محاسباتی ۲		عنوان درس به انگلیسی: Computational Fluid Dynamics II	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:	دینامیک سیالات محاسباتی ۱		پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	
تعداد ساعت:	۴۸		

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان مباحث تکمیلی مربوط به روش‌های حل معادلات ناویر-استوکس تراکم‌پذیر و تراکم‌ناپذیر و همچنین مقدمه‌ای بر روش‌های تولید شبکه محاسباتی را فرا خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مقدمه: مراحل انجام یک حل CFD

- a. مرور معادلات حاکم بر جریانهای تراکم‌ناپذیر و تراکم‌پذیر
- b. گذار جریان آرام به درهم و خواص گردابه‌ها در جریان درهم، ملزومات و موانع حل مستقیم (DNS)
- c. خواص اپراتور متوسط‌گیری و معادلات RANS
- d. معادلات تنش رینولدز و مساله بسته نبودن توربولانس (Closure Problem)
- e. مدل‌های جبری، یک معادله ای، دو معادله‌ای، ASM، RSM
- f. روش LES، معرفی فیلترها، مدل Smagorinsky و مدل‌های دینامیکی

۲. روش‌های تولید شبکه محاسباتی

- a. معرفی شبکه‌های با سازمان، بی سازمان و برهم نهاده Overset
- b. روش‌های جبری (میانایی) تولید شبکه با سازمان (Transfinite interpolation TFI)
 - i. میانایب‌های خطی، لاگرانژی و هرمیتی
 - ii. توابع کنترل برای ایجاد فشردگی و کشیدگی در شبکه
- c. روش حل معادلات PDE برای ایجاد شبکه‌های با سازمان
 - i. سیستم‌های مولد بیضوی، روش گسسته‌سازی و حل آن
 - ii. نگاشت‌های کنترل شبکه
 - iii. سیستم‌های مولد هایپربولیک
- d. شبکه‌های بی سازمان، ماتریس connectivity و الگوریتم‌های جستجو

i. روش دلانی Delaunay-Voronoi

ii. روش جبهه پیش رونده Advancing Front

۳. روش‌های حل معادلات جریان تراکم‌ناپذیر

- a. رفتار معادلات تراکم‌ناپذیر و مشکل ترم فشار
- b. حذف ترم فشار: روش ورتیسیت-تابع جریان
- c. روش تراکم‌پذیری مصنوعی



d. روشهای تصویرسازی (projection methods)

- i. انتخاب ترتیب متغیرها در روی شبکه، شبکه جابجا شده (staggered) و هم مکان هم مکان (collocated)
- ii. روشهای تصحیح فشار صریح، روش گام جزئی Fractional step method
- iii. روشهای تصحیح فشار ضمنی:
الگوریتم SIMPLE
الگوریتم SIMPLEC, SIMPLER و PISO
الگوریتم SIMPLE در روی شبکه هم مکان، اصلاح Rhie-Chow
- iv. شرایط مرزی معادلات تراکم‌ناپذیر
- v. حل معادلات در روی شبکه‌های پیچیده

۴. روش حل معادلات تراکم‌پذیر

- a. خواص معادلات جریان تراکم‌پذیر و اهمیت وجود مشخصه‌ها
- b. معادله بقا غیرخطی، وجود ناپیوستگی، جواب ضعیف و شرط انتروپی عددی
- c. فرم بقایی روش عددی و قضیه همگرایی Lax-Wendroff
- d. تعریف تابع تغییرات کل (Total Variation) و قضیه پایداری Harten-Lax
- e. روشهای مرتبه اول یکنوا Monotone Scheme
 - i. تعریف یکنوایی
 - ii. روش Lax-Friedrichs
 - iii. روش Osher-Engquist
 - iv. تعریف مساله ریمان و روش گودونف Godunov
 - v. روش Roe برای خطی‌سازی مساله ریمان
- f. روشهای مرتبه بالا با حفظ یکنوایی (monotonicity preserving) و قدرت تفکیک بالا (High Resolution)
 - i. روش استهلاک مصنوعی JST (Jameson-Schmidt-Turkel)
 - ii. روشهای مرتبه دوم TVD:
 - روش محدود سازی تابع فلاکس (Flux limiter)
 - روش محدود سازی شیب (Slope limiter)
 - iii. روشهای ENO و WENO
 - g. روش تعمیم به سیستم معادلات غیرخطی

ت) راهبردهای تدریس و یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

ث) راهبردهای ارزشیابی:

پروژه	۵۰ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	-
آزمون میان‌ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان‌ترم	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.



۱. Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer, Third Edition, Pletcher, Tanehill, Anderson.
۲. Computational Methods for Fluid Dynamics, Ferziger, Peric.
۳. Numerical Methods for Conservation Laws, LeVeque.
۴. Hand Book of Grid Generation, Tompson, Soni, Weatherill.
۵. Turbulence Modeling for CFD, Wilcox.



عنوان درس به فارسی: دینامیک گاز پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Advanced Gas Dynamics	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان به درک عمیق تری از دینامیک گازها و جریان های تراکم پذیر می رسند.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه

- a. تعریف جریان تراکم پذیر
- b. تراکم پذیری هم دما
- c. تراکم پذیری آیزنتروپیک
- d. رژیم های جریان
- e. مروری بر ترمودینامیک
- f. گاز کامل
- g. گاز واقعی
- h. مخلوط واکنشی گاز کامل
- i. روابط آیزنتروپیک

۲. معادلات حاکم

- a. شکل انتگرالی معادله پیوستگی
- b. شکل انتگرالی معادله مومنتوم
- c. شکل انتگرالی معادله انرژی
- d. شکل دیفرانسیلی معادله پیوستگی
- e. شکل دیفرانسیلی معادله مومنتوم
- f. شکل دیفرانسیلی معادله انرژی
- g. تئوری Crocco
- h. تئوری آکوستیک

۳. جریان یک بعدی پایا

- a. روابط شوک عمودی
- b. روابط هوگونیوت

۴. شوک مایل و موج انبساطی



- a. روابط شوک مایل
- b. Shock Polar
- c. نمودار Pressure Deflection
- d. موج انبساطی Prandtl-Meyer
- e. تئوری انبساط شوک

۵. جریان نازل

- a. معادلات حاکم
- b. روابط سرعت-مقطع سطح
- c. روابط آیزنروپیک در نازل
- ۶. جریان یک بعدی پایا
- a. جریان در کانال با مقطع ثابت با اصطکاک

b. خط Fanno

- c. جریان بدون اصطکاک در کانال با مقطع ثابت با انتقال حرارت
- d. خط Rayleigh
- e. جریان هم‌دم

۷. حرکت موج ناپایا

- a. حرکت امواج شوک عمودی
- b. انعکاس امواج شوک
- c. امواج غیرخطی
- d. برخورد و انعکاس امواج انبساطی
- e. روابط لوله شوک

۸. جریان پتانسیل

- a. مقدمه
- b. جریان غیرچرخشی
- c. معادله پتانسیل سرعت
- d. معادله لاپلاس

۹. جریان خطی شده

- a. مقدمه
- b. معادله پتانسیل سرعت خطی شده
- c. ضریب فشار خطی شده
- d. جریان فروصوتی خطی شده
- e. تصحیحات تراکم پذیری
- f. عدد ماخ بحرانی
- g. واگرایی درگ
- h. جریان فوق صوتی خطی شده

۱۰. جریان مخروطی

- a. مقدمه
- b. معادلات حاکم در مختصات خمیده‌ی عمودی
- c. فرمولاسیون Taylor-Moccolli



d. رویی عددی

e. جنبه‌های فیزیکی جریان فوق صوتی روی مخروط‌ها

۱۱. روش مشخصه‌ها

a. طبقه بندی معادلات مشتق جزئی

b. تئوری مشخصه‌ها

c. خطوط مشخصه جریان غیرچرخشی دوبعدی

d. معادلات تراکم‌پذیری

e. رویه عددی

f. طراحی نازل فوق صوتی

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه ۱۰ درصد

ارزشیابی مستمر ۳۰ درصد

تمرین -

آزمون میان‌ترم ۳۰ درصد

آزمون پایان‌ترم ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Anderson, J. D., Modern Compressible Flow, ۲nd Edition, McGraw-Hill, ۱۹۹۰.
۲. Elements of Gas Dynamics, Lieppman and Roshko, John Wiley, ۱۹۵۷.
۳. The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow, A. H., Shapiro, Vol I, John Wiley, ۱۹۵۳.
۴. Compressible Fluid Dynamics, P. H., Thompson, McGraw-Hill, ۱۹۷۲.
۵. Gas Dynamics, M. J. Zucrow and J. D. Hoffman, Vol I, John Wiley, ۱۹۷۶.
۶. Gas Dynamics, M. J. Zucrow and J. D. Hoffman, Vol II, John Wiley, ۱۹۷۷.
۷. Viscous and Compressible Fluid Dynamics, M. E. O'Neil and F. Chorlton, Ellis Horwood, ۱۹۸۹.



عنوان درس به فارسی: روش های عددی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Numerical Methods	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☒ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان با پیش زمینه های لازم برای درک مفاهیم روش های عددی آشنا می شوند.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه
۲. درونیابی و برازش منحنی:
- درونیابی لاگرانژ و تفاضل تقسیم شده، نقاط چبیشف، میان یابی هرمیتی مکعبی، Spline، روش کمترین مربعات
۳. حل معادلات غیرخطی:
- روش Bisection، روش نیوتون رفسون، روش سکانت، روش جایگزینی متوالی
۴. روش های انتگرال گیری:
- نیوتون کوتز باز و بسته، گوس کوادراچر، گوس هرمیت، انتگرال دو بل، انتگرال های ناسره
۵. حل دستگاه معادلات خطی و مسائل مقادیر ویژه:
- روش LU، روش توانی، توانی معکوس، توانی معکوس انتقال یافته، Householder Bisection، Householder/QR Iteration
۶. مشتق گیری عددی
۷. حل معادلات دیفرانسیل پاره ای:
- معادلات بیضوی، روش Jacobi Iterative، معادلات سهموی، روش صریح، روش ضمنی، معادلات هذلولوی

ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۳۰ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
تمرین	-
آزمون میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Numerical methods for engineers and scientists, J. D. Hoffman
۲. Numerical analysis, D. Kincaid, W. Cheney
۳. Numerical methods for scientists and engineers, H. M. Antia
۴. Burden, R.L., Faires, J.D., Numerical Analysis, 9th Ed., Congage Learning, ۲۰۱۱.
۵. Chapra, S.C., Canale, R.P., Numerical Methods for Engineers, 7th Ed., McGraw-Hill, ۲۰۱۰.
۶. ویلیام اچ پرس، ترجمه منصور نیکخواه بهرامی، دستورالعمل محاسبات عددی، دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
۷. اصغر کرایه چیان، محاسبات عددی، رواق مهر، ۱۳۸۸.



عنوان درس به فارسی: ریاضیات مهندسی پیشرفته ۲		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Engineering Mathematics II	
نوع درس و واحد		ریاضیات مهندسی پیشرفته ۱	
نظری	پایه		
عملی	تخصصی اجباری		
نظری / عملی	تخصصی اختیاری		
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	
برای دوره ی دکتری			

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. کاربردهایی از آنالیز مختلط: انتگرال وارون مختلط، تبدیل مختلط فوری و وارون آن، اصل آوند، قضیه روزه، معیار نایکوئیست، اصل اساسی جبر، ادامه تحلیلی، تئوری پتانسیل، مسائل دیریشله و نویمان، نگاشت همدیس و چند مثال، مسائل دیریشله و نویمان برای دایره و نیم‌صفحه، توابع گرین، نگاشت شوارتز-کریستوفل، نگاشت ژوکوفسکی
۲. کاربرد آنالیز مختلط در مطالعه جریان دوبعدی ایده‌آل، مسائل دو بعدی در الاستیسیته خطی
۳. نگاهی به معادلات دیفرانسیل پاره‌ای: معادلات شبه‌خطی رسته یک، پیدایش ضربه، مسئله ترافیک، قضیه کوشی-کوالفسکی، معادلات رسته دو، تقلیل معادلات هذلولوی، سهموی و بیضوی به فرم متعارف، جدایی متغیرها در مختصات مختلف، مرور معادلات دیفرانسیل عادی رسته دو و حل سری، طبقه‌بندی تکینگی‌ها، معادله پاپریتز و معادله فوق هندسی، معادله دیفرانسیل فوق هندسی هم‌ریز و سری‌های مربوطه
۴. توابع خاص: تابع گاما و دایگاما، توابع بسل و نمایش انتگرالی آنها، روابط بازگشتی و روابط مشتق، مسئله استورم لیوویل و تعامد توابع بسل، توابع لژاندر

ث) راهبردهای ارزشیابی:

پروژه	-
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	۲۵ درصد
آزمون میان‌ترم	۳۵ درصد
آزمون پایان‌ترم	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Zill, Dennis G. Advanced engineering mathematics. Jones & Bartlett Publishers, ۲۰۲۰.
۲. Wylie, Clarence Raymond, Louis C. Barrett, and Clarence R. Wylie. "Advanced engineering mathematics." (۱۹۶۰).
۳. Kreyszig, Erwin. "Advanced Engineering Mathematics ۱۰th Edition." (۲۰۰۹).
۴. Brown, James Ward, and Ruel V. Churchill. Complex variables and applications eighth edition. McGraw-Hill Book Company, ۲۰۰۹.
۵. Zachmanoglou, Eleftherios C., and Dale W. Thoe. Introduction to partial differential equations with applications. Courier Corporation, ۱۹۸۶.
۶. Lebedev, Nikolai Nikolaevich. Special functions and their applications. Prentice-Hall, ۱۹۶۵.



عنوان درس به فارسی:		سیستم های اندازه گیری پیشرفته	
عنوان درس به انگلیسی:		Advanced Measurement Systems	
نوع درس و واحد			
دروس پیش نیاز:			
دروس هم نیاز:			
تعداد واحد:		۳	
تعداد ساعت:		۴۸	

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی □ آزمایشگاه □ سمینار ■ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان با اصول، روش ها و حسگرهای اندازه گیری کمیت های الکتریکی، مکانیکی آشنا می شوند. همچنین روش های بررسی صحت اندازه گیری ها و داده ها و چگونگی انجام شبیه سازی سیستم های اندازه گیری بیان می شوند.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. یادآوری و مقدمه

a. اهداف، انگیزه و کاربرد سیستم های اندازه گیری در کنترل و صنعت

۲. اصول و تعاریف سیستم های اندازه گیری و محدودیت ها

a. مشخصات استاتیکی و نحوه انجام آزمایش برای بدست آوردن این مشخصات

b. مشخصات دینامیکی و نحوه انجام آزمایش برای بدست آوردن این مشخصات

c. روش های مدل سازی سیستم های اندازه گیری

d. مشخصات آماری و نحوه انجام آزمایش برای بدست آوردن این مشخصات

e. روش های آماری ارزیابی میزان دقت اندازه گیری ها

f. دیاگرام های P&ID

g. روش های کالیبراسیون

۳. انواع خطا و روش های جبران خطا

a. روش های جبران خطاهای استاتیکی و دینامیکی

b. معرفی، محاسبه و جبران خطای بارگذاری

۴. مدارات آماده سازی سیگنال (آنالوگ و دیجیتال)

a. مدارهای جمع کننده، تفریق کننده، بایاس، مقایسه کننده، تقویت کننده، انتگرال گیر، مشتق گیر، تقویت کننده ابزار دقیق، تقویت کننده تفاضلی،

ساخت توابع غیر خطی

b. مدارهای مبدل کمیت های الکتریکی به یکدیگر

c. مدارهای فیلترهای اکتیو و پسیو، مدارها و روش های کاهش اثر نویز و شیلددار کردن

d. مدارهای مبدل آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ و اصول نمونه برداری، نکات مهم در استفاده از ریزپردازنده ها و کامپیوترها

۵. یادآوری و تکمیل انواع حسگرها و اندازه گیری کمیت های الکتریکی و مکانیکی

a. روش ها و حسگرهای اندازه گیری دما (RTD، ترمیستور، ترموکوپل، $LM^{۳۵}$ ، $LM^{۷۵}$ و روش های نوری و تابشی، لیزری و شیمیایی)

b. حسگرهای اندازه گیری نیرو (Load Cell Strain Gauge و غیره)

c. یادآوری و تکمیل روش ها و حسگرهای اندازه گیری فشار (Burdon Gauge، Manometer، Bimetal، پیزوالکتریک، فیبر نوری)



d. حسگرهای اندازه‌گیری جریان سیالات و جامدات (آلتراسونیک، ونتوری، ارفیس، پیتوت، پیمان‌ای، اثر کوریولیس و مغناطیسی)

e. حسگرهای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی (حسگرهای اثر هال، حسگرهای جریان، ولتاژ، فرکانس و شار، اینکدرها)

۶. آشنایی با محرک‌های الکتریکی و مکانیکی

a. محرک مکانیکی (سرو موتورهای هیدرولیکی و نیوماتیکی خطی و دوار و غیره)

b. محرک‌های الکتریکی (سرو موتورهای الکتریکی DC و AC، موتور پله‌ای، رله‌ها)

۷. حسگرهای هوشمند

a. آشنایی به مزایا و ویژگی‌های سنسورهای هوشمند

b. بررسی یک سیستم صنعتی دارای حسگرهای هوشمند

c. طراحی سنسور هوشمند

۸. آشنایی با شبکه‌های صنعتی

a. اصول شبکه‌های صنعتی

b. شبکه‌های پروفیباس

c. شبکه‌های مدباس

۹. آشنایی با نرم افزارهای مونیتورینگ سیستم‌های اندازه‌گیری

۹.۱. Labview

۹.۲. Matlab

۹.۳. Wincc

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

۱۱. لیزر داپلر (LDV) Laser Doppler Velocimetry

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	پروژه
۲۰ درصد	ارزشیابی مستمر
-	تمرین
-	آزمون میان‌ترم
۶۰ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

- Alan S. Morris, Principle of Measurement and Instrumentation, Prentice Hall, ۱۹۹۳.
- C. A. Smith and A. B. Corripio, Principles and Practice of Automatic Control, John Wiley and Sons, ۱۹۸۵.
- G. K. McMillian and D. M. Considine, Process Industrial Instruments and Controls, Handbook, ۵th Ed., Mc Grow Hill, ۱۹۹۹.
- M. C. Jacob, Industrial Control Electronics: Applications and Design, Mc Grow Hill, ۱۹۸۸.
- J. P. Bentley, Principles of Measurement Systems, ۲nd Ed., Longman Inc., ۱۹۸۳.
- Figliola, R.S., and Beasley, D.E., Theory and Design for Mechanical Measurement, ۴th Edition, Wiley, ۲۰۰۶.
- Doebelin, E. O., Measurement Systems, Application and Design, ۴th Edition, McGraw-Hill, ۲۰۰۴.



سیستم های انرژی پیشرفته		عنوان درس به فارسی:	
Advanced Energy Systems		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد			
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐		۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ■ آزمایشگاه □ سمینار □ کارگاه □ موارد دیگر:

هدف کلی:

سیستم‌های انرژی 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 سیستم‌های نمایند. سیکل‌های تولید توان مدرن و غیرمعمول و عموماً هیبریدی نیز بررسی شده و ضمناً روش‌های جدید مورد استفاده در محرکه‌های زمینی و هوایی معرفی شده و اقدام به بررسی علمی این روش‌ها می‌گردد. در پایان نیز در مورد اقتصاد و بررسی قیمت تمام شده تولید برق به روش‌های مختلف مطالبی ارائه می‌گردد.

اهداف ویژه:

(پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. منابع انرژی و روش های تبدیل انرژی
 - a. مقدمه
 - b. منابع اولیه و ثانویه انرژی
 - c. سیستم های انرژی
 - d. روش های مدرن تولید توان
 - e. محرک های غیرمتداول
۲. چرخه های پیشرفته و غیرمتداول:
 - a. مقدمه
 - b. انواع چرخه های هوایی استاندارد
 - c. چرخه های مدرن تولید توان
 - d. چرخه های تولید همزمان و هیبرید
 - e. تحلیل ترمودینامیکی چرخه های مدرن تولید توان
۳. انرژی های نو:
 - a. مقدمه
 - b. روش های تولید برق تجدید پذیر
 - c. تحلیل انرژی در سیستم های تجدیدپذیر
 - d. آلاینده های سیستم های تجدیدپذیر
۴. سیستم های پیشرفته ذخیره سازی انرژی:
 - a. مقدمه
 - b. پارامترهای مهم در سیستم های ذخیره ساز انرژی



- c. روش‌های ذخیره‌سازی انرژی
- d. روند تکنولوژی در حوزه ذخیره‌سازی انرژی
۵. راندمان انرژی:
- a. مقدمه
- b. روند بهبود راندمان انرژی
- c. روش‌های بهبود راندمان
- d. پارامترهای مهم در بهبود راندمان تجهیزات توربین‌های گازی
- e. نتیجه‌گیری
۶. اقتصاد تولید برق:
- a. مقدمه
- b. اقتصاد کلان تولید برق در دنیا و ایران
- c. محوه محاسبه قیمت تمام شده برق
- d. مقایسه اقتصادی روش‌های تولید برق
- ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادی):

۲۰ درصد	پروژه
۱۰ درصد	ارزشیابی مستمر
-	تمرین
۲۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۵۰ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:
لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. V. Khartchenko, Vadym M. Khartchenko, Advanced Energy Systems, ۲nd Edition, Nikolai CRC Press, ۲۰۱۴.
۲. Henrik Lund, Renewable Energy Systems (۲nd Edition), ۲۰۱۴ Elsevier Inc, ISBN: ۹۷۸-۰-۱۲-۴۱۰۴۲۳-۵.
۳. Basel I. Ismail (۲۰۱۱). Power Generation Using Nonconventional Renewable Geothermal & Alternative Clean Energy Technologies, Planet Earth ۲۰۱۱ – Global Warming Challenges and Opportunities for Policy and Practice, Prof. Elias Carayannis (Ed.), ISBN: ۹۷۸-۹۵۳-۳۰۷-۷۳۳-۸, InTech.
۴. Power Technologies Energy Data Book, ۴th Edition, ۲۰۰۶, NREL.
۵. Power Technologies Energy Data Book, ۴th Edition, ۲۰۰۶, NREL.



عنوان درس به فارسی: مدل سازی توربولانس		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Turbulence Modeling	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان مباحث مربوط به انواع روش های مدل سازی توربولانس را فرا خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مروری بر مفاهیم اساسی فیزیک توربولانس
۲. مروری بر مدل سازی توربولانس پایه:
مدل های جبری، تک معادله ای و دو معادله ای
۳. تاثیر تراکم پذیری بر مدل سازی توربولانس:
ملاحظات فیزیکی، معادلات متوسط گیری فاور، تقریب های کلوزر، قانون دیواره، بررسی مدل های توربولانسی تراکم پذیر نظیر $k-\epsilon$ و $k-\omega$ ، کاربردها در لایه مرزی، شوک، جدایی جریان
۴. مدل های توربولانسی غیر مبتنی بر تقریب بوزینسک:
مشکلات تقریب بوزینسک، روابط متشکله غیر خطی، مدل های انتقال تنش نظیر مدل لاندنر-ریسی-رودی و مدل ویلکوکس، کاربردها در جریان های آشفته همگن، جریان های برشی، جریان های جدا شده،
۵. شبیه سازی گردابه های بزرگ:
تفاوت LES، DNS و DES، فیلتر، معادلات فیلتر شده، انواع مدل سازی زیر شبکه ای نظیر مدل اسمگورینسکی و دینامیکی، کاربردها
۶. مباحث خاص مرتبط با مدل سازی توربولانس

ث) راهبردهای ارزشیابی:

پروژه	۱۵ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
تمرین	۱۵ درصد
آزمون میان ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان ترم	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Turbulence Modeling for CFD, D. C. Wilcox, third edition, ۲۰۰۶.
۲. Turbulent Flow, S. B. Pope.
۳. Turbulent Flow (Analysis, Measurement and Prediction), P. S. Bernard & J. M. Wallace.
۴. Introduction to Turbulence, P. A. Libby.
۵. The Physics of Fluid Turbulence, W. D. McComb.
۶. A First Course in Turbulence, H. Tennekes & J. H. Lumley.
۷. Turbulence, J. O. Hinze.



عنوان درس به فارسی: مکانیک سیالات غیرنیوتونی		عنوان درس به انگلیسی: Non-Newtonian Fluid Mechanics	
نوع درس و واحد			
پایه ☐	نظری ☒	دروس پیش نیاز:	
تخصصی اجباری ☐	عملی ☐	دروس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری ☒	نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

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

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم اولیه و معادلات حاکم
۲. خواص رئولوژیکی سیالات غیرنیوتونی
۳. دینامیک سیالات غیرنیوتونی (حل‌های دقیق)
۴. دینامیک سیالات غیرنیوتونی (حل‌های تقریبی)
۵. تئوری ناپایداری خطی سیالات غیرنیوتونی

ث) راهبردهای ارزشیابی:

پروژه	۴۰ درصد
ارزشیابی مستمر	۱۰ درصد
تمرین	-
آزمون میان‌ترم	-
آزمون پایان‌ترم	۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Turbulence Modeling for CFD, D. C. Wilcox, third edition, ۲۰۰۶.
۲. C. W. Macosko, Rheology: Principles, Measurement and Applications, VCH, ۱۹۹۴.
۳. R. I. Tanner, Engineering Rheology, Oxford University Press, Oxford, ۱۹۹۲.
۴. R. B. Bird, R. C. Armstrong, and O. Hassager, Dynamics of Polymeric Liquids, Vol. I, Fluid Mechanics, Wiley-Interscience, ۲nd Edition, ۱۹۸۷.
۵. T. Papanastasiou, Viscous Fluid Flow, CRC Press, New York, ۲۰۰۰.



عنوان درس به فارسی: مکانیک سیالات میکرو و نانو		عنوان درس به انگلیسی: Micro and Nano Fluid Mechanics	نوع درس و واحد
دروس پیش نیاز:			پایه ☐ نظری ☒
دروس هم نیاز:			تخصصی اجباری ☐ عملی ☐
تعداد واحد:	۳		تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐
تعداد ساعت:	۴۸		

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان ضمن آشنایی با مفاهیم و اصول جریان سیالات در مقیاس نانو و میکرو، تئوری های مرتبط با پدیده های مختلف جریان های سیالات میکرو و نانو و اصول اولیه طراحی سیستم های میکرو فلوئیدیک را فرا می گیرند.

اهداف ویژه:

(پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مفاهیم پایه
۲. معادلات حاکم و مدل های لغزشی
۳. جریان های برش محرک (Shear driven)
۴. جریان های فشار محرک (Pressure driven)
۵. اثرات گرمایی جریان سیال در مقیاس های میکرو و نانو
۶. کاربردهای نمونه جریان گاز
۷. جریان های الکتروسینتیک
۸. جریان های کشش سطحی محرک
۹. جریان الکترواسمتیک در نانو کانال ها

(ث) راهبردهای ارزشیابی :

پروژه	۳۰ درصد
ارزشیابی مستمر	۲۰ درصد
تمرین	-
آزمون میان ترم	-
آزمون پایان ترم	۵۰ درصد

(ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه: لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

(چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. Karniadakis, G., Beskok, A., Aluru, N., Microflows and Nanoflows (fundamental and simulation). Springer, ۲۰۰۵ (Textbook).
۲. Kirby, B., Micro-and Nanoscale fluid Mechanics: transport in microfluidic devices, Cambridge University Press, ۲۰۱۰.
۳. Nguyen, N.T., Wereley, S.T., Fundamental and Applications of Microfluidics, Artech House, ۲۰۰۲.
۴. Kandlikar, S.G., Garimella, S., Li, D., Colin, S. And King, M.R., Heat transfer and fluid flow in minichannels and microchannels, Elsevier, ۲۰۰۵.



عنوان درس به فارسی: موتور احتراق داخلی پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی: Advanced Internal Combustion Engines	
نوع درس و واحد			
☐ نظری	☐ پایه		
☐ عملی	☐ تخصصی اجباری		
☒ نظری / عملی	☒ تخصصی اختیاری	۳	تعداد واحد:
		۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☒ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس دانشجویان مباحث تکمیلی مربوط به موتورهای احتراق داخلی رفت و برگشتی را فرا خواهند گرفت.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل‌ها:

۱. مرور موارد مهم در مورد موتورهای احتراق داخلی
 - a. انواع موتورهای احتراق داخلی رفت و برگشتی
 - b. اصول کار موتورهای احتراق داخلی
 - c. ترمودینامیک موتورهای احتراق داخلی
 - d. چرخه‌های مهم موتورهای احتراق داخلی
 - e. ویژگی‌های مهم موتور احتراق داخلی
۲. تبادل گاز
 - a. مسیر هوارسانی
 - b. مسیر دود
 - c. انواع جریان‌های مهم در داخل سیلندر
 - d. بازخورانی دود و پرخورانی
 - e. بازده تنفسی
 - f. سازوکارهای پیشرفته در تبادل گاز
 - g. مدل‌سازی تبادل گاز به صورت صفر بعدی
 - h. روش‌های حل عددی
۳. احتراق
 - a. مقدمه‌ای در مورد سینتیک شیمیایی
 - b. تعادل شیمیایی
 - c. سرعت آرام شعله
 - d. سرعت مغشوش شعله
 - e. احتراق در موتور بنزینی
 - f. احتراق در موتور دیزلی
 - g. احتراق در موتورهای اشتعال تراکمی همگن و نفوذی
 - h. احتراق غیرعادی در موتور بنزینی
 - i. نوفه در احتراق موتور دیزلی
 - j. حضور در آزمایشگاه و اندازه‌گیری تجربی یک نمونه عملی
 - k. محاسبات ترمودینامیکی و سینتیکی جهت مدل‌سازی احتراق



۴. پاشش سوخت

- a. پاشش سوخت در موتورهای بنزینی
- b. پاشش سوخت در موتورهای دیزلی
- c. آخرین فناوری‌های پاشش سوخت در موتورهای احتراق داخلی
- d. مدل‌سازی پاشش سوخت

۵. آلاینده‌گی

- a. اثرات مخرب آلاینده‌ها بر محیط زیست
- b. آلاینده‌های موتور بنزینی و نحوه تشکیل آن
- c. روش‌های پالایش آلاینده‌های موتور بنزینی
- d. آلاینده‌های موتور دیزلی و نحوه تشکیل آن
- e. روش‌های پالایش آلاینده‌های موتور دیزلی
- f. استاندارد‌های آلاینده‌گی

۶. مدل‌سازی موتور

- a. مدل‌سازی ترمودینامیکی (صفربعدی)
- b. مدل‌سازی شبه سه بعدی
- c. مدل‌سازی سه بعدی

۷. آینده موتورهای احتراق داخلی

- a. برقی‌سازی
- b. پیل‌سوختی
- c. موتورهای اشتعال تراکمی به همراه فناوری برقی‌سازی
- d. چالش‌های پیش‌روی موتورهای احتراقی

ث) راهبردهای ارزشیابی :

۲۰ درصد	پروژه
۱۰ درصد	ارزشیابی مستمر
۱۰ درصد	تمرین
۳۰ درصد	آزمون میان‌ترم
۳۰ درصد	آزمون پایان‌ترم

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. J. B. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamental, McGraw-Hill, ۲۰۱۸.
۲. G. P. Blair, Design and Simulation of Four Stroke Engines, SAE International, ۱۹۹۹.
۳. C. R. Ferguson, A. T. Kirkpatric, Internal Combustion Engines applied thermodynamics, John Wiley & Sons, ۳rd edition, ۲۰۱۶.
۴. W. W. Pulkrabek, Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine, Prentice-Hall



عنوان درس به فارسی: هیدروآیرودینامیک پیشرفته		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد	Advanced Hydro-Aerodynamics	
پایه ☐ نظری ☒		دروس پیش نیاز:
تخصصی اجباری ☐ عملی ☐		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری ☒ نظری / عملی ☐	۳	تعداد واحد:
	۴۸	تعداد ساعت:

نوع آموزش تکمیلی عملی (در صورت نیاز): سفر علمی ☐ آزمایشگاه ☐ سمینار ☐ کارگاه ☐ موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف از این درس بررسی سیالات در حال حرکت، مطالعه و بررسی جریان تراکم ناپذیر، محاسبه نیروها و گشتاورهای ناشی از آن بر روی اجسام پرنده می باشد.

اهداف ویژه:

پ) مباحث یا سرفصل ها:

۱. مقدمه و پیش زمینه

- a. توصیف حرکت سیال
- b. انتخاب دستگاه مختصات
- c. خطوط مسیر، اثر و جریان
- d. نیروها در یک سیال
- e. شکل انتگرالی معادلات دینامیک سیالات
- f. شکل دیفرانسیلی معادلات دینامیک سیالات
- g. آنالیز ابعادی معادلات دینامیک سیالات
- h. جریان با عدد رینولدز بالا
- i. تشابه جریان ها

۲. مبانی جریان تراکم ناپذیر غیرلزج

- a. سرعت زاویه ای، ورتیسیت و سیرکولاسیون
- b. نرخ تغییر ورتیسیت
- c. نرخ تغییر سیرکولاسیون: تئوری کلوین
- d. جریان غیرچرخشی و پتانسیل سرعت
- e. شرایط مرزی و شرایط نامحدود
- f. معادله برنولی برای فشار
- g. نواحی همبند ساده و چندگانه
- h. یکتایی حل
- i. کمیت های گردابه

i. گردابه ی دوبعدی

ii. قانون بیوت-ساواریت

iii. سرعت القائی از خط ورتکس مستقیم



iv. تابع جریان

۳. حل عمومی معادلات جریان پتانسیل تراکم‌ناپذیر

a. تشریح مسئله جریان پتانسیل

b. حل کلی مبتنی بر اتحاد گرین

c. خلاصه: تشخیص روش حل

d. حل اساسی: چشمه نقطه‌ای

e. حل اساسی: دابلت نقطه‌ای

f. حل اساسی: چندجمله‌ای‌ها

g. نسخه‌ی دو بعدی حل‌های اساسی

h. حل اساسی: گردابه

i. اصول برهم نهی

i. برهم نهی چشمه‌ها و جریان آزاد: بیضی رانکین

ii. برهم نهی دابلت و جریان آزاد: جریان حول یک سیلندر

iii. برهم نهی دابلت سه‌بعدی و جریان آزاد: جریان اطراف یک کره

iv. نکاتی پیرامون جریان اطراف سیلندر و کره

v. توزیع صفحه‌ای معادلات اساسی

۴. جریان با اغتشاشات کوچک حول پره‌های سه‌بعدی (فرمولاسیون مسئله)

a. تعریف مسئله

b. شرایط مرزی بر روی پره

c. مسائل برآزا

d. پره‌ی متقارن با ضخامت غیر صفر در زاویه حمله‌ی صفر

e. ضخامت صفر پره خمیده در زاویه حمله – سطوح لیفتینگ

f. بارهای آیرودینامیکی

g. ویک گردابه

h. تئوری خطی شده جریان تراکم‌پذیر با اغتشاشات کوچک

۵. جریان با اغتشاشات کوچک روی ایرفویل‌های دو بعدی

a. ایرفویل متقارن با ضخامت غیر صفر در زاویه حمله‌ی صفر

b. ایرفویل با ضخامت صفر در زاویه حمله

c. حل کلاسیک مسئله برآزا

d. نیروهای آیرودینامیک و ممان آنها بر روی یک ایرفویل نازک

e. المان گردابه – توده

f. خلاصه و نتیجه‌گیری از تئوری ایرفویل نازک

۶. حل‌های اغتشاشات کوچک سه‌بعدی

a. پره محدود: مدل خط برآزا

i. تعریف مسئله

b. مدل خط برآزا

i. بارهای آیرودینامیکی

ii. توزیع لیفت بیضوی

iii. توزیع سیرکولاسیون در جهت اسپن



- iv. پره بیضوی پیچ خورده
- v. نتایج تئوری خط برآزا
- c. تئوری پره نازک
 - i. تعریف مسئله
 - ii. حل جریان روی پره‌های نازک تیز
 - iii. روش R. T. Jones
 - iv. نتایج تئوری پره نازک
 - d. تئوری جسم نازک
 - i. جریان طولی نامتقارن در پشت یک جسم نازک دورانی
 - ii. جریان متقاطع در پشت یک جسم نازک دوارنی
 - iii. اطلاعات نیرو و فشار
 - iv. نتایج تئوری جسم نازک
 - e. محاسبات میدان دور برای درگ القائی
۷. روش‌های عددی (پنل‌ها)
 - a. معادلات اصلی
 - b. شرایط مرزی
 - c. ملاحظات فیزیکی
 - d. کاهش مسئله به مجموعه‌ای از معادلات خطی جبری
 - e. بارهای آیرودینامیکی
 - f. ملاحظات اولیه، قبل از ایجاد حل‌های عددی
 - g. گام‌های تولید یک حل عددی
 - h. مثال: حل ایرفویل نازل با المان Lumped-Vortex
 - i. در نظر گرفتن اثرات تراکم‌پذیری و ویسکوزیته
۸. المان‌های منفرد و ضرایب اثرگذاری
 - a. المان‌های نقطه منفرد دوبعدی
 - i. چشمه‌ی نقطه‌ای دوبعدی
 - ii. دابلت نقطه‌ای دوبعدی
 - iii. گردابه‌ی نقطه‌ای دوبعدی
 - b. المان‌های نقطه‌ای دو بعدی با قدرت ثابت
 - i. توزیع چشمه با قدرت ثابت
 - ii. توزیع دابلت با قدرت ثابت
 - iii. توزیع گردابه با قدرت ثابت
 - c. المان‌های منفرد دو بعدی با قدرت خطی
 - i. توزیع چشمه ی خطی
 - ii. توزیع دابلت خطی
 - iii. توزیع گردابه‌ی خطی
 - iv. توزیع دابلت درجه دوم
 - d. المان‌های منفرد سه‌بعدی با قدرت ثابت
 - i. چشمه‌ی چهار وجهی



- ii. دابلت چهار وجهی
- iii. پنل دابلت ثابت معادل با حلقه‌ی گردابه
- iv. مقایسه‌ی روابط میدان نزدیک و دور
- v. جزء خطی گردابه با قدرت ثابت
- vi. حلقه گردابه
- vii. گردابه نعل اسبی
- e. المان‌های مرتبه بالاتر سه‌بعدی
۹. حل‌های عددی دو بعدی
- a. حل‌های منفرد نقطه‌ای
- i. روش گردابه گسسته
- ii. روش چشمه گسسته
- b. حل‌های منفرد با قدرت ثابت (با استفاده از شرایط مرزی نیومن)
- i. روش چشمه با قدرت ثابت
- ii. روش دابلت با قدرت ثابت
- iii. روش گردابه با قدرت ثابت
- c. روش‌های پتانسیل ثابت (شرایط مرزی دریشله)
- i. روش چشمه و دابلت ترکیبی
- ii. روش دابلت با قدرت ثابت
- d. روش‌های قدرت منفرد با تغییرات خطی (با استفاده از شرایط مرزی نیومن)
- i. روش چشمه با قدرت خطی
- ii. روش گردابه با قدرت خطی
- e. روش‌های قدرت منفرد با تغییرات خطی (با استفاده از شرایط مرزی دریشله)
- i. روش چشمه/ دابلت خطی
- ii. روش دابلت خطی
- f. روش‌های مبتنی بر توزیع دابلت چهار وجهی (با استفاده از شرایط مرزی دریشله)
- i. روش چشمه خطی/ دابلت چهار وجهی
- ii. روش دابلت چهار وجهی
- g. برخی از نتایج درباره روش‌های پنل
۱۰. حل‌های عددی سه‌بعدی
- a. حل خط برآزا با استفاده از المان‌های نعل اسبی
- b. مدل سازی متقارن و بازتاب‌ها از مرزهای جامد
- c. حل سطح برآزا با استفاده از المان‌های حلقه‌ی گردابه
- d. مقدمه‌ای بر کدهای پنل: یک تاریخچه مختصر
- e. روش‌های پنل مبتنی بر پتانسیل مرتبه اول
- f. روش‌های پنل مرتبه بالاتر
- g. حل‌های نمونه و کدهای پنل
۱۱. جریان پتانسیل تراکم ناپذیر گذرا
- a. فرمولاسیون مسئله و انتخاب دستگاه مختصات
- b. روش حل



- c. ملاحظات فیزیکی اضافی
- d. محاسبات فشار
- e. مثال‌های شرایط مرزی گذرا
- f. خلاصه‌ای از شناخت روش حل
- g. شتاب ناگهانی یک صفحه‌ی تخت
- i. جرم افزوده
- h. حرکت گذرای یک ایرفویل نازک دوبعدی
- i. سینماتیک
- ii. مدل ویک
- iii. حل با استفاده از روش گام زمانی
- iv. بارهای دینامیکی سیال
- i. حرکت گذرای یک پره‌ی باریک
- j. سینماتیک
- k. حل جریان گذرا روی یک پره‌ی باریک
- l. الگوریتم برای ایرفویل گذرا با استفاده از المان گردابه-توده (Lumped-Vortex)
- m. چند نکته درباره شرایط مرزی گذرای کوتاه
- n. حل سطح برآزای گذرا با استفاده از المان‌های حلقه گردابه
- o. روش‌های پنل گذرا

ث) راهبردهای ارزشیابی (پیشنهادهی):

پروژه	۴۰ درصد
ارزشیابی مستمر	-
تمرین	-
آزمون میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان‌ترم	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

لوازم مرسوم جهت تدریس نیاز است.

چ) فهرست منابع پیشنهادی:

۱. K. Karamcheti, Principles of Ideal-Fluid Aerodynamics, ۲nd Edition, Krieger Publication Company, ۱۹۸۰.
۲. R. L. Panton, Incompressible Flow, ۴th Edition, Wiley, ۲۰۱۳.
۳. L. Prandtl and O. G. Tietjens, Fundamentals of Hydro- and Aeromechanics, Dover Publications, ۲۰۱۱.
۴. J. Katz and A. Plotkin, Low-Speed Aerodynamics, ۲nd Edition, Cambridge University Press, ۲۰۰۱. ۵. J. D. Anderson, Fundamentals of Aerodynamics, ۳rd Edition, McGraw-Hill, ۲۰۰۱.

