



دانشگاه صنعتی شریف
دانشکده مهندسی هوافضا

برنامه آموزشی دوره کارشناسی مهندسی هوافضا

(مطابق با طرح مصوب سال ۱۳۸۶)

صفحه

فهرست عناوین

۱	فصل اول: معرفی دانشکده.....
۲	فصل دوم: عناوین دروس و برنامه پیشنهادی.....
۲	عناوین دروس.....
۹	برنامه پیشنهادی دروس هر نیم سال.....
۱۱	فصل سوم: محتوای دروس پایه و اصلی.....
۱۲	ریاضی مهندسی، ۲۲۰۳۵.....
۱۴	مبانی مهندسی برق ۱، ۲۵۰۹۱.....
۱۶	محاسبات عددی، ۴۵۱۱۹.....
۱۸	استاتیک، ۴۵۱۱۲.....
۲۰	دینامیک، ۴۵۱۱۳.....
۲۲	مقاومت مصالح ۱، ۴۵۱۳۳.....
۲۴	آزمایشگاه سازه، ۴۵۰۴۱.....
۲۶	ترمودینامیک ۱، ۴۵۱۳۴.....
۲۹	آزمایشگاه ترمودینامیک، ۲۸۷۰۲.....
۳۱	مکانیک سیالات ۱، ۴۵۱۲۴.....
۳۴	مواد و روش‌های ساخت، ۴۵۴۱۵.....
۳۶	انتقال حرارت ۱، ۴۵۱۲۶.....
۳۸	ارتعاشات، ۴۵۱۴۴.....
۴۰	کنترل اتوماتیک، ۴۵۱۳۵.....
۴۳	آمار و احتمال مهندسی، ۴۵۵۰۵.....
۴۴	فصل چهارم: محتوای دروس تخصصی.....
۴۵	مقدمه‌ای بر رشته هوافضا، ۴۵۱۳۲.....
۴۸	آیرودینامیک ۱، ۴۵۱۱۵.....
۵۱	آیرودینامیک ۲، ۴۵۱۱۶.....
۵۴	آزمایشگاه آیرودینامیک، ۴۵۰۵۰.....
۵۷	دینامیک پرواز ۱، ۴۵۱۵۶.....
۵۹	دینامیک پرواز ۲، ۴۵۱۵۷.....
۶۲	تحلیل سازه‌های هوافضایی، ۴۵۱۳۶.....

طراحی هواپیما ۱، ۴۵۱۷۷.....	۶۴
اصول پیشرانش، ۴۵۱۱۷.....	۶۶
مکانیک مدارهای فضایی، ۴۵۴۰۷.....	۶۹
ترمودینامیک ۲، ۴۵۱۲۵.....	۷۲
فصل پنجم: محتوای دروس اختیاری.....	
کارگاه رباتیک هوایی ۱، ۴۵۰۳۰.....	۷۵
کارگاه موتور ۱ (پیستونی)، ۴۵۰۷۰.....	۷۷
کارگاه موتور ۲ (جت)، ۴۵۰۷۱.....	۷۹
کارگاه بال و بدنه، ۴۵۰۸۱.....	۸۱
کارگاه اجزای دقیق، ۴۵۰۸۰.....	۸۳
آزمایشگاه سیستم‌های کنترل، ۴۵۰۸۵.....	۸۵
طراحی به کمک کامپیوتر، ۴۵۱۴۵.....	۸۶
مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات عددی، ۴۵۴۰۶.....	۸۹
روش اجزای محدود مقدماتی، ۴۵۴۱۸.....	۹۱
طراحی سازه‌های هوایی، ۴۵۱۳۷.....	۹۳
طراحی هواپیما ۲، ۴۵۱۱۸.....	۹۵
طراحی موتورهای توربینی هوایی، ۴۵۴۳۱.....	۹۸
طراحی مقدماتی موشک، ۴۵۴۲۵.....	۱۰۰
مواد مرکب، ۴۵۴۰۱.....	۱۰۳
آیرودینامیک هلیکوپتر، ۴۵۴۰۲.....	۱۰۶
آیرودینامیک تجربی، ۴۵۴۰۳.....	۱۰۹
جریان لزج، ۴۵۴۲۴.....	۱۱۱
سوخت و احتراق، ۴۵۴۰۹.....	۱۱۳
اصول راکت‌ها، ۴۵۴۱۰.....	۱۱۵
اجزای دقیق ۱، ۴۵۴۱۶.....	۱۱۷
اویونیک، ۴۵۴۱۹.....	۱۲۰
طراحی اجزای ۱، ۴۵۴۲۷.....	۱۲۳
مبانی مهندسی فضا، ۴۵۴۲۹.....	۱۲۵

فصل اول: معرفی دانشکده

دانشکده مهندسی هوافضای دانشگاه صنعتی شریف در سال ۱۳۶۶ به عنوان یکی از گروه‌های آموزشی دانشکده مهندسی مکانیک، دوره کارشناسی خود را آغاز کرد. همگام با جذب فارغ‌التحصیلان برجسته و متخصص از دانشگاه‌های ممتاز دنیا و افزایش تعداد اعضای هیات علمی خود، دوره‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری مهندسی هوافضا نیز در چهار گرایش آیرودینامیک، پیشران‌ش، دینامیک پرواز و سازه‌های هوایی به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۷۵ راه‌اندازی شدند. پس از طی یک دوره رشد سریع، در سال ۱۳۷۸ گروه مهندسی هوافضا از دانشکده مهندسی مکانیک جدا شد و به عنوان یک دانشکده مستقل به رشد خود ادامه داد. در سال ۱۳۸۹ گرایش مهندسی فضایی نیز به عنوان پنجمین گرایش تحصیلی در مقطع کارشناسی‌ارشد هوافضا راه‌اندازی شد.

مهندسی هوافضا شاخه‌ای از مهندسی است که با علوم و فناوری‌های مرتبط با طراحی و ساخت وسایل پرنده از قبیل هواپیما، بالگرد، پرنده بدون سرنشین، فضاپیما و ... سروکار دارد. از ویژگی‌های منحصر بفرد این رشته جذابیت خاص موجود در زمینه کاری آن است. همین ویژگی باعث شده که همواره افراد نخبه و بسیار علاقه‌مند جذب این رشته شوند. لذا، با گذشت زمان شاهد آن هستیم که فارغ‌التحصیلان این رشته با انگیزه و پتانسیل بسیار عالی به پروژه‌های ملی می‌پیوندند و افتخارآفرینی می‌کنند. یکی دیگر از ویژگی‌های بارز رشته مهندسی هوافضا این است که فارغ‌التحصیلان این رشته در محیط کار خود تقریباً از همه آنچه که در دوران تحصیل فراگرفته‌اند، عیناً استفاده می‌کنند. این ویژگی در سایر رشته‌های مهندسی کمتر به چشم می‌خورد و تبلور آن در رشته مهندسی هوافضا ناشی از آن است که اولاً متخصصان این رشته، به دلیل ماهیت استراتژیک آن، باید همواره در خط مقدم علم و فناوری حرکت کنند و ثانیاً کشورهای توسعه‌یافته، فناوری‌های هوافضایی پیشرفته خود را در اختیار دیگران قرار نمی‌دهند تا بتوانند اقتدار ملی خود را حفظ کنند. به همین دلیل، توسعه علوم و فناوری هوافضا بخشی از برنامه استراتژیک جمهوری اسلامی ایران است و در سند چشم‌انداز ایران ۱۴۰۴ توجه ویژه‌ای به آن شده است.

در این کتابچه تلاش شده تصویری کامل از دوره‌ی کارشناسی مهندسی هوافضا در دانشگاه صنعتی شریف، برای دانشجویان این مقطع و علاقه‌مندان به رشته هوافضا به نمایش گذاشته شود.

فصل دوم: عناوین دروس و برنامه پیشنهادی

در این فصل الزامات و فهرست دروس دوره کارشناسی مهندسی هوافضا و برنامه پیشنهادی دانشکده برای اخذ دروس ارائه می‌شود. الزامات کلی دوره کارشناسی مهندسی هوافضا در جدول زیر ارائه شده‌است.

الزامات دوره کارشناسی مهندسی هوافضا

نوع درس	تعداد واحد
عمومی	۲۰
پایه	۲۵
اصلی	۴۱
تخصصی	۴۶
تخصصی اختیاری	۸
جمع کل	۱۴۰

عناوین دروس

همانطور که در جدول بالا مشاهده می‌شود، دروس به ۵ دسته‌ی اصلی تقسیم می‌شوند. در ادامه این دسته‌ها را معرفی می‌کنیم.

دروس عمومی

دروس عمومی به سبدهای گوناگون تقسیم شده‌اند و دانشجویان باید از میان دروس هر سبد با توجه به تعداد واحد مورد نیاز از آن سبد، دروس مورد نظر خود را انتخاب کنند. در مجموع ۲۰ واحد عمومی باید پشت سر گذاشته شود. دروس عمومی عبارتند از:

دروس عمومی دوره کارشناسی				
گرایش	واحد مورد نیاز	عنوان درس	واحد درس	شماره درس
مبانی نظری اسلام	۴	اندیشه اسلامی ۱ (مبدا و معاد)	۲	۳۷۴۴۵
		اندیشه اسلامی ۲ (نبوت و امامت)	۲	۳۷۴۴۶
		انسان در اسلام	۲	۳۷۴۴۷
		حقوق اجتماعی و سیاسی در اسلام	۲	۳۷۴۴۸
اخلاق اسلامی	۲	فلسفه اخلاق (مباحث تربیتی)	۲	۳۷۱۲۶
		اخلاق اسلامی (مبانی و مفاهیم)	۲	۳۷۱۲۳
		آیین زندگی (اخلاق کاربردی)	۲	۳۷۱۲۷
		عرفان عملی اسلام	۲	۳۷۱۲۸
انقلاب اسلامی	۲	انقلاب اسلامی ایران	۲	۳۷۶۲۶
		آشنایی با قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران	۲	۳۷۶۲۷
		اندیشه سیاسی امام خمینی (ره)	۲	۳۷۶۲۸
		آشنایی با دفاع مقدس	۲	۳۷۶۳۴
تاریخ و تمدن اسلامی	۲	تاریخ فرهنگ و تمدن اسلام و ایران	۲	۳۷۶۱۸
		تاریخ تحلیلی صدر اسلام	۲	۳۷۶۲۰
		تاریخ امامت	۲	۳۷۶۲۲
منابع اسلامی	۲	تفسیر موضوعی قرآن	۲	۳۷۴۸۹
		تفسیر موضوعی نهج البلاغه	۲	۳۷۴۹۰
ادبیات	۳	ادبیات فارسی	۳	۳۷۹۹۱
زبان	۳	زبان خارجی	۳	۳۱۱۲۳

گرایش	واحد مورد نیاز	عنوان درس	واحد درس	شماره درس
تربیت بدنی	۲	تربیت بدنی	۱	۳۰۰۰۳
		ورزش ۱	۱	۳۰۰۰۴
دانش خانواده و جمعیت	صفر	تنظیم خانواده و جمعیت	صفر	۳۷۵۱۴

دروس پایه

در دروس پایه نیز علاوه بر دروس اجباری، سبد دروس برنامه‌سازی قرار دارد که دانشجویان باید یکی از دروس این سبد را انتخاب کنند. جمع واحد مورد نیاز از دروس پایه ۲۵ واحد است. دروس پایه عبارتند از:

دروس پایه‌ی دوره کارشناسی مهندسی هوافضا

عنوان درس	واحد درس	شماره درس
ریاضی عمومی ۱	۴	۲۲۰۱۵
ریاضی عمومی ۲	۴	۲۲۰۱۶
معادلات دیفرانسیل	۳	۲۲۰۳۴
نقشه‌کشی صنعتی ۱	۲	۳۵۳۱۱
فیزیک پایه ۱	۳	۲۴۰۱۱
آزمایشگاه فیزیک پایه ۱	۱	۲۴۰۰۱
فیزیک پایه ۲	۳	۲۴۰۱۲
آزمایشگاه فیزیک پایه ۲	۱	۲۴۰۰۲
کارگاه عمومی	۱	۳۳۰۱۸
سبد دروس برنامه‌سازی کامپیوتر (گذراندن یک درس ۳ واحدی لازم است)		
برنامه‌سازی کامپیوتر، پاسکال	۳	۴۰۱۵۱
مبانی برنامه‌سازی (پایتون، ++C)	۳	۴۰۱۵۳

دروس اصلی

جمع واحد مورد نیاز از دروس اصلی ۴۱ واحد است. دروس اصلی عبارتند از:

دروس اصلی دوره کارشناسی مهندسی هوافضا

عنوان درس	واحد درس	شماره درس
ریاضی مهندسی	۳	۲۲۰۳۵
مبانی مهندسی برق ۱	۳	۲۵۰۹۱
محاسبات عددی	۲	۴۵۱۱۹
استاتیک	۳	۴۵۱۱۲
دینامیک	۴	۴۵۱۱۳
مقاومت مصالح ۱	۳	۴۵۱۳۳
آزمایشگاه سازه	۱	۴۵۰۴۱
ترمودینامیک ۱	۳	۴۵۱۳۴
آزمایشگاه ترمودینامیک	۱	۲۸۷۰۲
مکانیک سیالات ۱	۳	۴۵۱۲۴
مواد و روش‌های ساخت	۳	۴۵۴۱۵
انتقال حرارت ۱	۳	۴۵۱۲۶
ارتعاشات	۳	۴۵۱۴۴
کنترل اتوماتیک	۳	۴۵۱۳۵
آمار و احتمال مهندسی	۳	۴۵۵۰۵

دروس تخصصی

در گروه دروس تخصصی، علاوه بر یک سری دروس تخصصی اجباری، سه سبد «دروس کارگاهی/آزمایشگاهی»، «دروس رایانه مبنا» و «دروس طراحی مبنا» قرار دارد. دانشجویان می‌توانند از سبدهای «دروس کارگاهی/آزمایشگاهی»، «دروس رایانه مبنا» و «دروس طراحی مبنا» به ترتیب چهار، یک و دو درس اخذ کنند. جمع واحد مورد نیاز از دروس تخصصی ۴۶ واحد است. دروس تخصصی عبارتند از:

دروس تخصصی دوره کارشناسی مهندسی هوافضا

عنوان درس	واحد درس	شماره درس
مقدمه‌ای بر رشته هوافضا	۲	۴۵۱۳۲
آیرودینامیک ۱	۳	۴۵۱۱۵
آیرودینامیک ۲	۳	۴۵۱۱۶
آزمایشگاه آیرودینامیک ۱	۱	۴۵۰۵۰
دینامیک پرواز ۱	۳	۴۵۱۵۶
دینامیک پرواز ۲	۳	۴۵۱۵۷
تحلیل سازه‌های هوافضایی	۳	۴۵۱۳۶
طراحی هواپیما ۱	۳	۴۵۱۷۷
اصول پیش‌رانش	۳	۴۵۱۱۷
مکانیک مدارهای فضایی	۳	۴۵۴۰۷
ترمودینامیک ۲	۳	۴۵۱۲۵
پروژه کارشناسی (یا درسی از سبد دروس طراحی مبنا)	۳	۴۵۵۰۰
کارآموزی	۰	۴۵۴۰۰

سبد دروس کارگاهی/آزمایشگاهی (گذراندن ۴ واحد لازم است)

کارگاه رباتیک هوایی ۱	۱	۴۵۰۳۰
کارگاه موتور ۱	۱	۴۵۰۷۰
کارگاه موتور ۲	۱	۴۵۰۷۱
کارگاه بال و بدنه	۱	۴۵۰۸۱
کارگاه اجزای دقیق	۱	۴۵۰۸۰

عنوان درس	واحد درس	شماره درس
آزمایشگاه سیستم‌های کنترل	۱	۴۵۰۸۵
سبب دروس رایانه مبنا (گذراندن یک درس ۳ واحدی لازم است)		
طراحی به کمک کامپیوتر ۱	۳	۴۵۱۴۵
مقدمه‌ای بر مکانیک سیالات عددی	۳	۴۵۴۰۶
روش اجزای محدود مقدماتی	۳	۴۵۴۱۸
سبب دروس طراحی مبنا (گذراندن دو درس ۳ واحدی لازم است)		
طراحی سازه‌های هوایی	۳	۴۵۱۳۷
طراحی هواپیما ۲	۳	۴۵۱۱۸
طراحی موتورهای توربینی هوایی	۳	۴۵۴۳۱
طراحی مقدماتی موشک	۳	۴۵۴۲۵

دروس تخصصی اختیاری

جمع واحد مورد نیاز از دروس تخصصی اختیاری ۸ واحد است. دروس تخصصی اختیاری عبارتند از:

دروس تخصصی اختیاری دوره کارشناسی مهندسی هوافضا

شماره درس	واحد درس	عنوان درس
۴۵۰۳۰	۱	کارگاه رباتیک هوایی ۱ (مشروط به عدم احتساب در سبد دروس کار/آز)
۴۵۰۷۰	۱	کارگاه موتور ۱ (مشروط به عدم احتساب در سبد دروس کار/آز)
۴۵۰۷۱	۱	کارگاه موتور ۲ (مشروط به عدم احتساب در سبد دروس کار/آز)
۳۳۰۸۱	۱	کارگاه بال و بدنه (مشروط به عدم احتساب در سبد دروس کار/آز)
۴۵۰۸۰	۱	کارگاه اجزای دقیق (مشروط به عدم احتساب در سبد دروس کار/آز)
۴۵۰۸۵	۱	آزمایشگاه سیستم‌های کنترل (مشروط به عدم احتساب در سبد دروس کار/آز)
۴۵۱۱۸	۳	طراحی هواپیما ۲ (مشروط به عدم احتساب در سبد طراحی مبنا یا به‌عنوان معادل پروژه کارشناسی)
۴۵۱۳۷	۳	طراحی سازه‌های هوایی (مشروط به عدم احتساب در سبد طراحی مبنا یا به‌عنوان معادل پروژه کارشناسی)
۴۵۴۳۱	۳	طراحی موتورهای توربینی هوایی (مشروط به عدم احتساب در سبد طراحی مبنا یا به‌عنوان معادل پروژه کارشناسی)
۴۵۴۲۵	۳	طراحی مقدماتی موشک (مشروط به عدم احتساب در سبد طراحی مبنا یا به‌عنوان معادل پروژه کارشناسی)
۴۵۱۴۵	۳	طراحی به کمک کامپیوتر ۱ (مشروط به عدم احتساب در سبد رایانه مبنا)
۴۵۴۰۶	۳	مقدمه‌ای بر مکانیک سیالات عددی (مشروط به عدم احتساب در سبد رایانه مبنا)
۴۵۴۱۸	۳	روش اجزای محدود مقدماتی (مشروط به عدم احتساب در سبد رایانه مبنا)
۴۵۴۰۱	۳	مواد مرکب
۴۵۴۰۲	۳	آیرودینامیک هلیکوپتر
۴۵۴۰۳	۳	آیرودینامیک تجربی
۴۵۴۰۴	۳	تئوری ملخ
۴۵۴۲۴	۳	جریان لزج
۴۵۴۰۸	۳	موتورهای احتراق داخلی
۴۵۴۰۹	۳	سوخت و احتراق

۴۵۴۱۰	۳	اصول راکت‌ها
۴۵۴۱۱	۳	توربوماشین‌ها
۴۵۴۱۳	۳	سیستم‌های ماهواره‌ای
۴۵۴۱۴	۳	سیستم‌های اتوماتیک در فضا
۴۵۴۱۶	۳	اجزای دقیق ۱
۴۵۴۱۷	۳	مایکروپروسسور ۱
۴۵۴۱۹	۳	اویونیک
۴۵۴۲۰	۳	انتقال تکنولوژی هوافضا
۴۵۴۲۷	۳	طراحی اجزای ۱
۴۵۴۲۹	۳	مبانی مهندسی فضا
حداکثر سه واحد درس خارج از دانشکده		
حداکثر سه واحد از مقطع کارشناسی ارشد دانشکده		

برنامه پیشنهادی دروس هر نیم‌سال

نیم‌سال اول

- ریاضی عمومی ۱
- فیزیک ۱
- آزمایشگاه فیزیک ۱
- کارگاه عمومی
- نقشه‌کشی صنعتی ۱
- ادبیات فارسی
- زبان خارجی
- تربیت بدنی
- یک درس از سبد برنامه‌سازی
- استاتیک
- مقدمه‌ای بر رشته هوافضا
- دانش خانواده و جمعیت
- ورزش ۱

نیم‌سال سوم

- معادلات دیفرانسیل
- دینامیک
- مقاومت مصالح ۱
- مکانیک سیالات ۱
- مبانی مهندسی برق ۱
- معارف (از جدول دروس عمومی)
- کارگاه رباتیک هوایی ۱

نیم‌سال دوم

- ریاضی عمومی ۲
- فیزیک ۲
- آزمایشگاه فیزیک ۲

نیم سال چهارم

- محاسبات عددی
- ریاضی مهندسی
- ترمودینامیک ۱
- آزمایشگاه سازه
- آیرودینامیک ۱
- مکانیک مدارهای فضایی
- معارف (از جدول دروس عمومی)
- اصول پیشرانش
- دینامیک پرواز ۱
- یک درس از سبد دروس رایانه مبنا
- آزمایشگاه آیرودینامیک ۱
- کارگاه بال و بدنه
- معارف (از جدول دروس عمومی)
- کارآموزی (در تابستان سوم)

نیم سال هفتم

- ارتعاشات
- انتقال حرارت ۱
- آزمایشگاه ترمودینامیک
- ترمودینامیک ۲
- آیرودینامیک ۲
- تحلیل سازه‌های هوافضایی
- کارگاه موتور ۱
- معارف (از جدول دروس عمومی)
- دینامیک پرواز ۲
- طراحی هواپیما ۱
- یک درس از سبد دروس طراحی مبنا
- اختیاری
- معارف (از جدول دروس عمومی)
- کارگاه موتور ۲
- پروژه کارشناسی

نیم سال هشتم

- کنترل اتوماتیک
- آمار و احتمال مهندسی
- مواد و روش‌های ساخت
- یک درس از سبد دروس طراحی مبنا
- اختیاری
- اختیاری
- معارف (از جدول دروس عمومی)

نیم سال ششم

فصل سوم: محتوای دروس پایه و اصلی

دروس اصلی شامل دروسی می‌شوند که عملاً پایه‌ای برای فهم دروس تخصصی هوافضا هستند. این دروس بسیار مشابه با رشته مکانیک و نشان‌دهنده‌ی خاستگاه مشترک این دو رشته هستند. این دروس به طور طبیعی و جدی از نیم‌سال سوم شروع شده و تا نیم‌سال ششم ادامه می‌یابند. در ادامه، به معرفی محتوای هر کدام از دروس اصلی خواهیم پرداخت.



ریاضی مهندسی، ۲۲۰۳۵

پیش‌نیاز: معادلات دیفرانسیل (۲۲۰۳۴)

اهداف درس:

هدف اصلی این درس آشنا کردن دانشجویان با نحوه استفاده از مباحثی چون توابع مختلط، قضایای مانده، کوشی و ... در حل معادلات دیفرانسیل است. همچنین فراگیری تبدیلات فوریه و لاپلاس و آشنایی با تکنیک‌های محاسباتی در مسائل مهندسی نیز یکی از اهداف دیگر این درس است.

برنامه درسی:

۱. کاربرد ابزارهای مختلف در حل معادلات دیفرانسیل معمولی
 - توابع مختلط
 - تحلیلی بودن توابع
 - انتگرال روی خم
 - قضیه انتگرال کوشی
 - نقاط تکین
 - سری تیلور و لوران
 - قضیه مانده‌ها و محاسبه انتگرال‌های معمولی به وسیله آن‌ها
 - نگاشت‌های همدیس
- تبدیل لاپلاس و فوریه
- تابع دلتای دیراک
۲. توابع بسل و لژاندر
۳. مسائل شرایط مرزی
۴. مسئله اشتروم لیوویل
۵. معادلات دیفرانسیل پاره‌ای مرتبه دوم
 - چند متغیره

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با برخی قضایای مهم ریاضی،
۲. آشنایی با نحوه حل مسائل مقدار مرزی،
۳. آشنایی با مسائل اشتروم لیوویل و

۴. آشنایی با تبدیل‌های لاپلاس و فوریه به‌عنوان دو تبدیل پر کاربرد در مهندسی.

مراجع:

1. Kreyszig, E.; *Advanced Engineering Mathematics*, 10th Edition, John Wiley & Sons, 2011.



مبانی مهندسی برق ۱، ۲۵۰۹۱

پیش‌نیاز: ریاضی عمومی ۲ (۲۲۰۱۶) و فیزیک پایه ۲ (۲۴۰۱۲)

اهداف درس:

هدف این درس آشنا کردن دانشجویان با نحوه تحلیل مدارهای ساده مهندسی است. همچنین آشنایی دانشجویان با کاربردهای مبانی مهندسی برق در هر یک از رشته‌ها و آشنایی با سیستم‌های مخابراتی، کنترلی و سیستم‌های سه فاز نیز از دیگر اهداف درس است.

برنامه درسی:

۱. سیستم‌های دینامیکی
۲. تعاریف اولیه
 - ولتاژ
 - جریان
 - مش
 - گره
 - مدار الکتریکی
۳. قوانین حاکم بر سیستم‌ها
 - قانون ولتاژهای کیرشهف
 - قانون جریان‌های کیرشهف
۴. روابط حاکم بر سیستم‌ها
 - تحلیل گره
 - تحلیل مش
۵. قضایای مدارهای الکتریکی
 - قضیه جمع آثار (برهم‌نهی)
 - قضایای تونن و نورتون
۶. مدارهای مرتبه اول
 - القاگر و مدارهای RL
 - خازن و مدارهای RC
۷. تحلیل مدارها در حالت ماندگار
 - اصول کلی
 - محاسبات توان
۸. مقدمه‌ای بر مدارهای سه فاز
۹. آشنایی با مبانی سیستم‌های مخابرات، کنترل و مدارهای منطقی

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با قوانین حاکم بر سیستم‌های الکتریکی،
۲. آشنایی با نحوه تحلیل مدارهای ساده مهندسی و
۳. آشنایی با مدارهای سه فاز.

مراجع:

۱. دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی؛ *نظریه اساسی مدارها و شبکه‌ها*، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۱.



محاسبات عددی، ۴۵۱۱۹

پیش‌نیاز: ریاضی عمومی ۱ (۲۲۰۱۵)، زبان برنامه‌نویسی پاسکال (۴۰۱۵۱) یا مبانی برنامه‌نویسی (۴۰۱۵۳)

اهداف درس:

این درس برای ایجاد توانایی پرداختن به حساب جبر (خطی و غیر خطی)، دستگاه معادلات و انجام عملیات جبری روی ماتریس‌ها، آشنایی با انواع روش‌های درونیابی و برازش منحنی، حساب مشتق و انتگرال و معادلات دیفرانسیل، در سطح کارشناسی طراحی شده است. همچنین مواردی چون خطاها (انواع خطا، ریشه خطا، انتشار خطا) پیدایش و گسترش آنان بررسی می‌شود. در پایان دانشجو می‌آموزد که برای مسائلی که حل تحلیلی برای آنها وجود ندارد چگونه جوابی مهندسی با دقتی مشخص پیدا کند.

برنامه درسی:

- | | |
|--|---|
| • روش تیلور برای حل دستگاه معادلات غیر خطی | ۱. مقدمه |
| • محاسبه تقریبی ریشه‌های معادلات چندجمله‌ای با ضرایب حقیقی | ۲. خطا و دقت تقریب‌زدن |
| • جبر خطی عددی | • تعریف خطا |
| • دستگاه معادلات خطی | • دسته‌بندی خطا |
| • مقادیر ویژه و بردارهای ویژه | • پیوند خطای نسبی با تعداد ارقام معنی‌دار |
| • حل تقریبی دستگاه معادلات غیر خطی | • دستورهای کلی برای خطا |
| • تابع انقباضی | • کاربرد دستورهای خطا در عملگرهای اصلی و حساب لگاریتم |
| • شرط کافی برای همگرایی روش تکرار | ۳. محاسبه تقریبی ریشه‌های معادله جبری |
| • روش تندترین شیب | • روش نصف کردن فاصله |
| • روش تندترین شیب برای دستگاه معادلات خطی | • روش وتر |
| | • روش مماس |
| | • روش نقطه ثابت |

- ۵. میان‌یابی
 - میان‌یابی برای نقاط هم فاصله
 - سیاهه‌ی لورنتس
 - میان‌یابی برای نقاط ناهم فاصله
 - محاسبه خطا برای میان‌یابی
 - کوچکترین مجموع مربعات
 - تابع اسپلاین
 - میان‌یابی وارون
- روش گوس برای محاسبه مشتق
- انتگرال عددی
- روش گوس
- انتگرال چندگانه
- ۷. معادلات دیفرانسیل معمولی
 - معادلات دیفرانسیل با آغازینه
 - روش رانگ-کوتا
 - حل عددی معادلات دیفرانسیل با مرزینه
- ۶. مشتق و انتگرال‌گیری عددی
 - مشتق عددی

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با خطاهای محاسباتی
۲. آشنایی با روش‌های محاسبه ریشه تابع
۳. آشنایی با روش‌های عددی مشتق و انتگرال‌گیری
۴. آشنایی با نحوه حل معادلات دیفرانسیل معمولی

مراجع:

۱. بهمن مهری، رضا نخعی؛ محاسبات عددی، ویرایش دوم، نشر آبیژن، پاییز ۸۸.
2. Burden, R.L. and Faires, J.; *Numerical Analysis*, Youngstown State University, 8th Edition, 1977.
۳. نیکوکار، مسعود و درویشی، محمدتقی؛ محاسبات عددی، نشر گسترش علوم پایه، ۱۳۹۳.

استاتیک، ۴۵۱۱۲

پیش‌نیاز: فیزیک ۱ (۲۴۰۱۱) و ریاضی عمومی ۱ (۲۲۰۱۵)

اهداف درس:

بالا بردن توانایی تحلیل در زمینه مهندسی مکانیک با استفاده از ترکیب قوانین حاکم بر الگوی فیزیکی به همراه اعمال محدودیت‌های آن بر الگوی ریاضی معادل، مهم‌ترین هدف این درس است. برای این منظور علاوه بر معرفی قوانین حاکم، معرفی الگوهای ریاضی در برگیرنده اثر نیرو بر طیف وسیعی از سازه‌ها و ماشین‌ها مورد نیاز است. از آنجا که تهیه الگوی ریاضی مناسب از مهم‌ترین مراحل رسیدن به جواب است، تاکید این درس بر ارائه روش درست در برخورد با الگوی فیزیکی و تهیه الگوی ریاضی مناسب است.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - بردارها و اسکالرها
 - قوانین نیوتن و قانون جاذبه
 - آحاد
۲. نیرو و گشتاور در صفحه و فضا
 - مولفه‌های قائم
 - گشتاور و کوپل
 - برآیند
۳. معرفی نیرو و گشتاور ناشی از آن
 - کابل‌ها
 - تیرها
۴. تعادل در صفحه و فضا
 - معرفی انواع قیدها
 - ایزولاسیون و دیاگرام آزاد
 - شرایط و حالات تعادل
۵. سازه‌ها
 - کار مجازی
 - کار
 - تعادل
۶. نیروهای گسترده
 - مرکز جرم و مرکز سطح
 - اجسام و اشکال مرکب
 - قضایای پاپوس
۷. اصطکاک
 - پدیده‌های اصطکاکی
 - کاربردهای اصطکاک
- خرپاها
 - روش مفاصل و روش مقاطع
 - قاب‌ها و ماشین‌ها

• انرژی پتانسیل و پایداری

دستاوردها:

دانشجو پس از اتمام موفقیت‌آمیز توانمندی‌های زیر را کسب خواهد کرد:

۱. بیان برداری نیروها و گشتاورهای ناشی از آن،
۲. حل مسایل تعادل سازه‌ها و ماشین‌ها،
۳. تهیه الگوی مناسب ریاضی از الگوی فیزیکی با استفاده از طیف وسیعی از اتصالات،
۴. محاسبه مرکز جرم منحنی‌ها، سطح‌ها و حجم‌ها و مرکز سطح صفحه‌ها،
۵. محاسبه تغییر شکل کابل‌ها در اثر بارهای گسترده،
۶. اعمال اثر نیروی اصطکاک به مسایل تعادل و
۷. حل مسایل استاتیک با استفاده از مفهوم کار مجازی.

مراجع:

1. Merriam, J.L. and Kraige, L.G.; *Engineering Mechanics: Statics*, 8th Edition, John Wiley & Sons, 2002.
2. Hibbeler, R.C.; *Engineering Mechanics: Statics*, Prentice-Hall, 2002.
3. Shames, I.H.; *Engineering Mechanics*, Prentice-Hall, 2002.

دینامیک، ۴۵۱۱۳

پیش‌نیاز: استاتیک (۴۵۱۱۲)

اهداف درس:

هدف اصلی از این درس آشنا کردن دانشجویان با مبانی و روش‌های تحلیل دینامیک سیستم‌های مکانیکی شامل سینماتیک و سینتیک است. موضوعاتی چون دینامیک ذرات، سیستم ذرات و حرکت صفحه‌ای جسم صلب نیز در این درس بررسی می‌شوند.

برنامه درسی:

- 
۱. مقدمه‌ای بر دینامیک
 - مفاهیم پایه
 - قوانین نیوتن
 - واحدها
 - جاذبه
 - ابعاد
 ۲. سینماتیک ذرات
 - حرکت مستقیم الخط
 - حرکت منحنی الخط
 - مختصات عمودی و مماسی
 - مختصات قطبی
 - حرکت سه‌بعدی
 - حرکت نسبی
 - حرکت مقید ذرات متصل به هم
 ۳. سینتیک ذرات
 - قانون دوم نیوتن
 ۴. سینتیک سیستم ذرات
 - قانون دوم نیوتن تعمیم یافته
 - کار-انرژی
 - تکانه-اندازه حرکت
 - بقای انرژی و اندازه حرکت
 - جریان جرمی دائم
 - معادله حرکت
 - حرکت مستقیم الخط
 - حرکت منحنی الخط
 - کار و انرژی جنبشی
 - انرژی پتانسیل
 - تکانه و اندازه حرکت
 - تکانه و اندازه حرکت خطی
 - تکانه و اندازه حرکت زاویه‌ای
 - ضربه
 - حرکت با نیروی مرکزی
 - حرکت نسبی

- جریان جرمی غیر دائم
- ۵. سینماتیک صفحه‌ای اجسام صلب
 - دوران
 - حرکت مطلق
 - سرعت نسبی
 - مرکز آنی دوران
 - شتاب نسبی
 - حرکت نسبت به محورهای در حال دوران
- ۶. سینتیک صفحه‌ای اجسام صلب
 - معادلات عمومی حرکت
 - انتقال
 - دوران محور ثابت
 - روابط کار-انرژی
 - محاسبه شتاب از روابط کار-انرژی؛ کار مجازی
 - معادلات تکانه-اندازه حرکت
- ۷. سینماتیک و سینتیک جسم صلب در فضا

دستاوردها:

دانشجویانی که موفق به گذراندن این درس شوند، قادر خواهند بود با استفاده از اصول دینامیک به تحلیل بسیاری از سیستم‌های دینامیکی نظیر ماشین‌ها، مکانیزم‌ها و وسایل هوافضایی بپردازند.

مراجع:

1. Meriam, J. L. and Kraige, L. G.; *Engineering Mechanics: Dynamics*, 6th Edition, John Wiley & Sons Inc., 2007.

مقاومت مصالح ۱، ۴۵۱۳۳

پیش‌نیاز: استاتیک (۴۵۱۱۲)

اهداف درس:

این درس برای ایجاد یک فهم واضح و صحیح از تئوری‌ها و کاربردهای اصول اساسی مکانیک مواد طراحی شده است. در این راستا ابتدا رفتار مواد تحت بارهای مختلف بررسی شده، سپس به ارائه تئوری برای مدل‌سازی این رفتار پرداخته خواهد شد. آنچه که در این درس حائز اهمیت است، ارضای معادلات تعادل، معادلات سازگاری برای تغییر شکل‌ها و ویژگی‌های رفتاری مواد بوسیله تئوری‌های ارائه شده است.

برنامه درسی:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| ۱. مقدمه | ۳. خصوصیات مکانیکی مواد |
| • نیرو | • دیاگرام تنش-کرنش |
| • جابجایی | • رفتار تنش-کرنش مواد نرم و شکننده |
| • معادلات تعادل | • قانون هوک |
| • تانسورها و بردار | • شکست مواد |
| • ضریب اطمینان | ۴. انتقال تنش |
| ۲. تنش و کرنش | • انتقال تنش صفحه‌ای |
| • تنش و کرنش عمود بر سطح | • معادلات عمومی انتقال تنش صفحه‌ای |
| • تنش خمشی | • تنش‌های اصلی و تنش برشی سطحی |
| • تنش برشی پیچشی | • ماکزیمم |
| • تنش برشی عرضی | • دایره‌ی مور |
| • تنش‌های ترکیبی | • تنش برشی ماکزیمم مطلق |

دستاوردها:

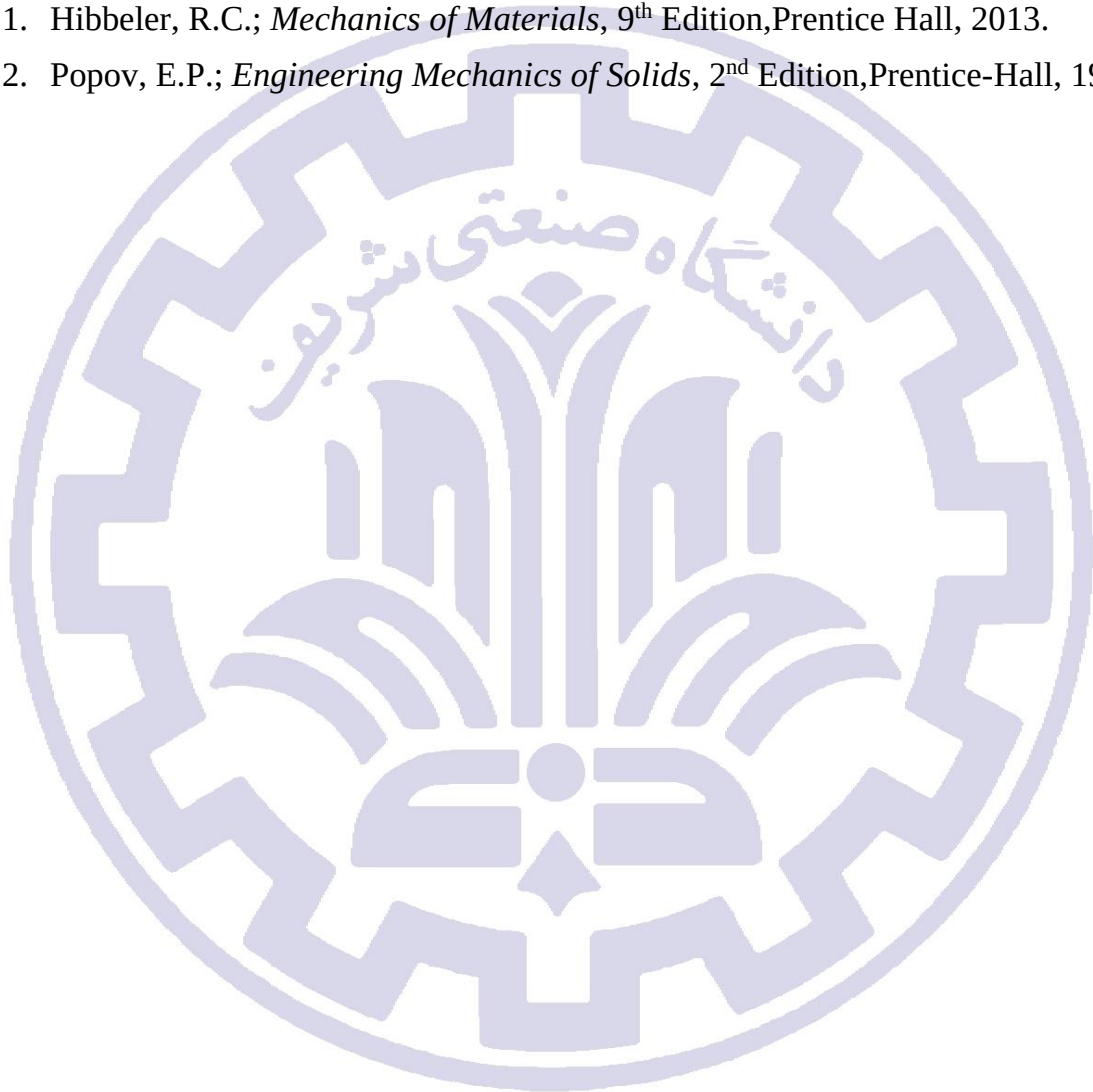
پس از اتمام این درس دانشجویان قادر به فهم موارد زیر خواهند بود:

۱. اصطلاحات اصلی در مکانیک مواد،

۲. اصول مربوط به تنش و کرنش و روابط بین آنها،
۳. خصوصیات مکانیکی مواد و رابطه‌ی بین آنها و
۴. مفاهیم اساسی تنش‌ها و کرنش‌های اصلی و روش‌های محاسبه‌ی آنها.

مراجع:

1. Hibbeler, R.C.; *Mechanics of Materials*, 9th Edition, Prentice Hall, 2013.
2. Popov, E.P.; *Engineering Mechanics of Solids*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1998.



آزمایشگاه سازه، ۴۵۰۴۱

پیش‌نیاز: مقاومت مصالح ۱ (۴۵۱۳۳)

اهداف درس:

این درس با هدف تست آزمایشگاهی مطالب آموخته‌شده در درس مقاومت مصالح و آشنایی با برخی مباحث مهم سازه‌ای مانند پدیده خستگی و روش‌های ساخت مواد مرکب طراحی شده‌است. در این درس در ابتدا روش‌های اندازه‌گیری خواص مواد به همراه انجام تست ارائه می‌شود. پس از آن دانشجویان با مواد مرکب و روش‌های ساخت آن و همچنین روش‌های داده‌برداری و پردازش اطلاعات کرنش‌سنج‌های مقاومتی آشنا می‌شوند. پدیده خستگی به‌عنوان یکی از علل اصلی تخریب در سازه‌ها، از مباحث دیگر ارائه‌شده در این درس است. در انتها نیز تست‌های مربوط به استخراج فرکانس و شکل مودهای سازه در حضور بارگذاری دینامیکی گرفته می‌شوند.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - تاریخچه روش‌های آزمایشگاهی
 - داده‌برداری و پردازش آن
 - آشنایی با آزمایشگاه
۲. خواص مواد
 - تست کشش
 - تست برش
 - تست خمش
 - تست پیچش
۳. کمانش
 - کمانش تیرها
 - کمانش ورق
۴. ابزارهای اندازه‌گیری تنش
۵. دینامیک سازه و ارتعاشات
 - آشنایی با آزمایش مودال
 - آشنایی با FFT
 - محاسبه فرکانس‌های طبیعی و شکل مودها
 - محاسبه میرایی
۶. مواد مرکب
 - آشنایی با مواد مرکب
 - نحوه ساخت مواد مرکب
۷. خستگی

- آشنایی با مکانیزم خستگی
- بررسی روش‌های افزایش عمر در برابر پدیده خستگی
- ترسیم نمودار تنش بر حسب تعداد سیکل‌های بارگذاری (S-N diagram)

دستاوردها:

دانشجو پس از اتمام موفقیت‌آمیز این درس، توانمندی‌های زیر را کسب خواهد نمود:

۱. آشنایی با تجهیزات تست سازه‌های هوافضایی،
۲. اندازه‌گیری خواص مکانیکی مواد،
۳. محاسبه ناپایداری سازه‌ای،
۴. آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری کرنش و تنش،
۵. آشنایی با آزمون مودال،
۶. محاسبه فرکانس طبیعی و شکل مودهای سازه،
۷. آشنایی با مواد مرکب و روش ساخت آن‌ها و
۸. آشنایی با پدیده خستگی.

مراجع:

1. Timoshenko, S.; *Strength of Materials*, D. Van Nostrand Company inc, 1940.

ترمودینامیک ۱، ۴۵۱۳۴

پیش‌نیاز: فیزیک ۱ (۲۴۰۱۱)

هم‌نیاز: مکانیک سیالات ۱ (۴۵۱۲۴)

اهداف درس:

ترمودینامیک علم انرژی و آنتروپی است. این علم با حرارت و کار و خواصی از مواد که در ارتباط با حرارت و کار است، سروکار دارد. ترمودینامیک علمی با کاربردهای عملی بسیار است. اهداف اصلی این درس، معرفی مفاهیم بنیادی ترمودینامیک و کاربرد آن‌ها برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های ترمودینامیکی است.

برنامه درسی:

- 
- ۱. مفاهیم و تعاریف
 - یک سیستم ترمودینامیکی و حجم کنترل
 - دیدگاه ماکروسکوپی در مقابل دیدگاه میکروسکوپی
 - خواص و حالت یک ماده
 - فرآیندها و سیکل‌ها
 - انرژی، حجم مخصوص، فشار
 - قانون صفرم ترمودینامیک
 - معیار دما
 - ۲. خواص ماده خالص
 - تعادل فاز بخار، مایع و جامد در یک ماده خالص
 - خواص مستقل یک ماده خالص
 - جداول خواص ترمودینامیکی
 - سطوح ترمودینامیکی
 - ۳. کار و حرارت
 - تعریف کار
 - کار انجام‌شده روی مرز متحرک یک سیستم ساده تراکم‌پذیر
 - تعریف حرارت
 - روش‌های انتقال حرارت
 - مقایسه حرارت و کار
 - ۴. قانون اول ترمودینامیک برای یک جرم کنترلی
 - قانون اول برای جرم کنترلی تحت شرایط یک سیکل
 - قانون اول برای یک تغییر در حالت جرم کنترلی
 - انرژی داخلی و آنتالپی
 - ۵. رفتار P-V-T گازهای چگالی پایین
 - جداول رایانه‌ای

- گرمای ویژه حجم ثابت و فشار ثابت
- انرژی داخلی، آنتالپی و گرمای ویژه
- گازهای ایده‌آل
- قانون اول به‌عنوان یک معادله نرخ
- بقای جرم
- ۷. آنتروپی
 - نامساوی کلازیوس
 - آنتروپی
 - آنتروپی یک ماده خالص
 - تغییرات آنتروپی در فرآیندهای برگشت پذیر
- ۵. قانون اول ترمودینامیک برای یک حجم کنترلی
 - رابطه خاصیت ترمودینامیکی
 - تغییرات آنتروپی یک جرم کنترل
 - تولید آنتروپی
 - اصل افزایش آنتروپی
 - تغییرات آنتروپی جامد یا مایع
 - تغییر آنتروپی یک گاز ایده‌آل
 - فرآیند برگشت پذیر پلی تروپیک برای یک گاز ایده‌آل
- ۶. قانون دوم ترمودینامیک
 - موتورهای حرارتی، یخچال‌ها و پمپ حرارتی
 - قانون دوم ترمودینامیک
 - فرآیندهای بازگشت پذیر و بازگشت ناپذیر
 - تئوری اول و دوم کارنو
 - مفهوم دمای مطلق ترمودینامیکی
 - سیکل کارنو
 - بازده سیکل کارنو
- ۸. تحلیل قانون دوم برای یک حجم کنترل
 - قانون دوم ترمودینامیک برای یک حجم کنترل
 - فرآیند حالت پایدار و فرآیند ناپایدار
 - فرآیند حالت پایدار برگشت پذیر
 - اصل افزایش آنتروپی
 - بازده

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، توانایی‌های زیر را بدست خواهند آورد:

۱. آشنایی با خواص ترمودینامیکی یک سیستم،

۲. آشنایی با مفاهیم کار و حرارت،
۳. کسب درک پایه‌ای قوانین صفرم، اول و دوم ترمودینامیک و ارتباط این قوانین به ترتیب با خواص ترمودینامیکی دما، انرژی و آنتروپی یک سیستم،
۴. آشنایی با مفاهیم برگشت‌پذیری و برگشت‌ناپذیری و
۵. ایجاد مهارت‌های کافی برای تحلیل سیستم‌های ساده تحت شرایط فرآیندهای ترمودینامیکی.

مراجع:

1. Sonntag, R.E., Borgnakke, C. and Van Wylen, G.J.; *Fundamentals of Thermodynamics*, 6th Edition, John Wiley & Sons, 2003.
2. Holman, J.P.; *Thermodynamics*, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1974.
3. Cengel, Y.A. and Boles, M.A.; *Thermodynamics an engineering approach*, 5th Edition, McGraw-Hill, 2006.

آزمایشگاه ترمودینامیک، ۲۸۷۰۲

پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲ (۴۵۱۲۵)

اهداف درس:

هدف اصلی این درس آموزش نحوه کار عملی با کمپرسورها، ماشین‌های بنزینی و دیزلی، توربین‌های گازی، پمپ‌های حرارتی و شیپوره‌ها است.

برنامه درسی:

- ۱. آزمایش کمپرسور یک طبقه و دو طبقه
 - رسم منحنی‌های مشخصه
 - استخراج بازده مکانیکی و پلی‌تروپیک
 - بر اساس اندازه‌گیری مشخصات کمپرسورها
- ۲. آزمایش موتور دیزل و بنزینی
 - اندازه‌گیری قدرت و رسم منحنی‌های گشتاور
 - استخراج بازده حرارتی
 - استخراج مصرف مخصوص سوخت
 - استخراج قدرت موتورهای
- ۳. آزمایش توربین گاز
 - بررسی منحنی‌های مشخصه شیپوره
 - بررسی رفتار سیال قابل تراکم در عبور از شیپوره
- ۴. آزمایش پمپ حرارتی و ماشین تبرید
 - ماشین تبرید تراکمی و انژکتوری
 - محاسبات مربوط به ظرفیت تبرید و ضریب عملکرد برودتی و حرارتی
- ۵. آزمایش ماشین بخار
 - بررسی چرخه بخار، دیگ، توربین و پمپ
- ۶. آزمایش شیپوره
 - بررسی منحنی‌های مشخصه شیپوره
 - بررسی رفتار سیال قابل تراکم در عبور از شیپوره
- رسم منحنی‌های بازده ایزنتروپیک توربین و کمپرسور با محاسبات مربوطه
- بازده مکانیکی توربو کمپرسور

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. نحوه رسم منحنی‌های مشخصه برای توربین‌ها، کمپرسورها و شیبورها بر اساس اندازه‌گیری و
۲. استخراج بازده هر یک از توربین‌ها، کمپرسورها، موتورهای و ...

مراجع:

۱. شفیعی، بهشاد و ضابطیان، محمد؛ جزوه آزمایشگاه ترمودینامیک، دانشگاه صنعتی شریف، پاییز ۹۰.



مکانیک سیالات ۱، ۴۵۱۲۴

هم‌نیاز: معادلات (۲۲۰۳۴)

اهداف درس:

این درس برای یک دوره مقدماتی در مکانیک سیالات تدوین شده است. در این درس مفاهیم فیزیکی استاتیک سیالات و جریان سیال و همچنین روش‌های تحلیل مسائل آن‌ها معرفی شده و دانشجو را در بکارگیری معادلات حاکم بر مکانیک سیالات و فهم مسائل آن یاری می‌کند.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - تعریف سیال
 - روش‌های تحلیل ابعادی
 - سیال به‌عنوان یک پیوستار
 - میدان سرعت و تنش
 - لزجت
 - روش‌های تحلیل جریان سیال
۲. استاتیک سیالات
 - معادلات اصلی
 - تغییرات فشار
 - نیروی هیدرواستاتیک موثر بر سطوح غوطه‌ور
 - شناوری و پایداری
 - سیالات با حرکت جسم صلب‌گونه
۳. فرم انتگرالی معادلات حاکم بر جریان
 - برخوردهای لاگرانژی و اویلری
۴. فرم دیفرانسیلی معادلات حاکم بر جریان
 - قانون بقای جرم
 - حرکت جزء سیال (سینماتیک)
 - چرخش سیال
 - قانون بقای اندازه حرکت خطی
 - معادله اویلر
 - انتگرال‌گیری از معادله اویلر
 - جریان غیرچرخشی
 - جریان ایده‌آل
۵. تحلیل ابعادی و تشابه
 - طبیعت تحلیل ابعادی
 - نظریه π باکینگهام

- گروه‌های بی‌بعد مهم در مکانیک سیالات
- بررسی انرژی در جریان لوله
- تشابه جریان و مطالعه‌های مدل
- محاسبه افت هد
- بی‌بعد کردن معادله‌های دیفرانسیل حاکم
- حل مسایل جریان در لوله
- وسیله سنجش‌ای جریان لایه‌ای
- بر جریان
- مفهوم لایه‌مرزی
- ۶. جریان در کانال
- ضخامت لایه‌مرزی
- جریان لایه‌ای کاملاً فراگیر بین صفحه-
- لایه‌مرزی روی صفحه تخت
- های موازی نامتناهی
- جریان لایه‌ای کاملاً فراگیر در یک لوله
- توزیع تنش برشی در جریان کاملاً فراگیر
- در لوله

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر می‌گذارند، قادر به درک نکات ذیل می‌باشند:

۱. درک فیزیکی پدیده‌هایی که در حالت‌های جریان سیال حقیقی روی می‌دهند،
۲. بکارگیری معادلات حاکم بر استاتیک و دینامیک سیالات،
۳. تحلیل ابعادی و هم‌بستگی داده‌های آزمایشگاهی و
۴. تحلیل و طراحی جریان در کانال.

مراجع:

1. Fox, R.W and McDonald A.T.; *Introduction to Fluid Mechanics*, 5th Edition, John Wiley & Sons, 1998.
2. White, F.; *Fluid Mechanics*, 7th Edition, McGraw-Hill, 1998.
3. Munson, B.R., Young, D.F. and Okiishi, T.H.; *Fundamentals of Fluid Mechanics*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2002.
4. Milton van Dyke; *An Album of Fluid Motion*, 14th Edition, Parabolic Press, Inc., 1982.
5. Bansal, R.K.; *A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*, 9th Edition, Laxmi Publications, 2010.

6. Cengel Y.A.; *Fluid Mechanics Fundamentals and Applications*, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2013.
7. Kundu, P.K.; Cohen I.M., Dowling, D. R; *Fluid Mechanics*, 5th Edition, Academic Press, 2011.
8. Kembe, T.; *Elementary Fluid Mechanics*, World Scientific Publication, 2007.



مواد و روش‌های ساخت، ۴۵۴۱۵

پیش‌نیاز: مقاومت مصالح ۱ (۴۵۱۳۳)

اهداف درس:

مواد و روش‌های ساخت شاخه‌ای از دانش است که به بررسی ویژگی‌های مواد در مقیاس‌های مختلف (میکروسکوپی و ماکروسکوپی)، رفتار مواد و همچنین پاسخ آن‌ها به نیروهای اعمالی می‌پردازد. در ابتدا دانشجو با گونه‌های مختلف مواد، ویژگی‌های آن‌ها، روش‌های استاندارد آزمایش مواد و پاسخ آن‌ها در شرایط مختلف آشنا می‌شود. در بخش بعدی، روش‌های مختلف ساخت و فرآوری مواد به دانشجو آموزش داده می‌شود. این بخش با موادی سر و کار دارد که در مهندسی هوافضا کاربرد دارند. بخش آخر نیز در ارتباط با مهندسی مواد و کاربردهای آن‌هاست. در این بخش دانشجو معیارهای مختلف برای تحلیل واماندگی مواد و طراحی را می‌آموزد.

برنامه درسی:

۱. مقدمه‌ای بر مواد و خصوصیات آن‌ها
 - فلزات
 - مواد مرکب
 - پلیمرها
 - سرامیک‌ها
۲. ویژگی‌های مواد
 - آزمایش مواد
 - ویژگی‌های مواد
 - روش‌های آماری برای تعیین خواص مواد
۳. رفتار مواد
 - رفتار مواد تحت شرایط مختلف از قبیل بارگذاری و شرایط محیطی
۴. فرآیندها و روش‌های ساخت
 - تکنیک‌ها و فرآیندهای مختلف ساخت
 - تأثیر روش‌ها و فرآیندهای تولید بر خواص و رفتار مواد مختلف
۵. خصوصیات و ویژگی‌های مواد قابل استفاده در مهندسی هوافضا
 - فرآیندها
 - روشهای ساخت
۶. مهندسی مواد و کاربردهای آن‌ها
 - معیارهای واماندگی
 - تضمین کیفیت
 - قابلیت اطمینان و ضریب ایمنی
 - انتخاب مواد
 - معیارهای طراحی

دستاوردها:

پس از اتمام این درس دانشجویان قادر به فهم موارد زیر خواهند بود:

۱. اصطلاحات اساسی در علم مواد و فرآیندها،
۲. شناسایی انواع مواد و کاربردهای آنها،
۳. خصوصیات و ویژگی‌های مواد مختلف،
۴. شناسایی مواد قابل استفاده در صنعت هوافضا و
۵. آشنایی با معیارهای تحلیل و اماندگی و طراحی و همچنین آشنایی با روش‌های انتخاب مواد.

مراجع:

1. Dieter, G.E.; *Mechanical Metallurgy*, 3rd Edition, McGraw-Hill Book Company, 1986.
2. Van Vlack, *Elements of Materials Science & Engineering*, Addison Wesley, 1980.

انتقال حرارت ۱، ۴۵۱۲۶

پیش‌نیاز: ریاضی مهندسی (۲۲۰۳۵)

هم‌نیاز: ترمودینامیک ۱ (۴۵۱۳۴)

اهداف درس:

این درس در نظر دارد مفاهیمی مفید و کاربردی از پدیده انتقال حرارت را به دانشجویان بیاموزد. پدیده انتقال حرارت به‌طور گسترده دربرگیرنده زمینه‌های مختلف در علم و صنعت است. درک و محاسبه مناسب انتقال حرارت در یک پدیده خاص می‌تواند به‌طور شگفت‌انگیزی بازده حرارتی را بالا برده و اتلاف انرژی را کم می‌کند. در این درس دانشجویان روش آنالیز انتقال حرارت در جامدات، مایعات و گازها را فراخواهند گرفت.

برنامه درسی:

۱. مروری بر پدیده انتقال حرارت و اهمیت کاربردی آن
 - سیستم‌های با ظرفیت گرمایی فشرده
 - جامدات نامحدود و شبه نامحدود
۲. رسانش پایا در یک بعد
 - انتقال حرارت در دستگاه‌های کارت‌زین، استوانه‌ای و کره‌ای
 - فن‌ها
 - تماس حرارتی
۳. رسانش پایا در چند بعد (نگاهی کوتاه در این فصل)
 - روش‌های چند بعدی
 - روش‌های ترسیمی
 - روش‌های عددی
۴. هدایت گذرا
 - ۵. تئوری همرفت حرارتی
 - حل تحلیلی لایه مرزی آرام و آشسته بر روی سطح صاف
 - حل تحلیلی لایه مرزی آرام و آشسته در لوله
 - ۶. انتقال حرارت همرفت اجباری و طبیعی
 - روابط تجربی برای جریان‌های داخلی
 - روابط تجربی برای جریان‌های خارجی
 - جریان گذرنده از کنار لوله
 - ۷. انتقال حرارت از طریق تابش
 - عامل شیپ فکتور در تابش
 - تابش در اجسام سیاه

- تابش در اجسام غیرسیاه

دستاوردها:

دانشجویانی که با موفقیت این درس را به پایان برسانند، مفاهیم زیر را فراخواهند گرفت:

۱. سه مکانیزم انتقال حرارت رسانش، همرفت و تابش،
۲. مفاهیم مختلف در پدیده‌های انتقال حرارت،
۳. روش‌ها و ابزار پایه‌ای حل،
۴. درک دلیل اهمیت و نیاز به ابزارهای اضافی عددی و روابط تجربی،
۵. مدل کردن پدیده‌های پیچیده‌ی انتقال حرارتی و
۶. قابلیت ایجاد پایه و اساس محکم برای ورود به حیطه‌ی طراحی‌های اولیه.

مراجع:

1. Holman, J.P.; *Heat Transfer*, 9th Edition, McGraw-Hill, 2001.
2. Incropera, F.P. and DeWitt, D.P.; *Introduction to Heat Transfer*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2001.
3. Kreith, F., Manglik, R.M. and Bohn, M.S.; *Principles of Heat Transfer*, Cole Publishing Co., 2000.
4. Cengel, Y.A.; *Heat Transfer: A Practical Approach*, McGraw-Hill, 1998.
5. Rohsenow, W.M., Hartnett, J.P. (Editor) and Cho, Y.I. (Editor); *Handbook of Heat Transfer*, McGraw-Hill, 1998

ارتعاشات، ۴۵۱۴۴

پیش‌نیاز: دینامیک (۴۵۱۱۳) و معادلات (۲۲۰۳۴)

اهداف درس:

در این درس ارتعاش سیستم‌های مکانیکی مطالعه می‌شود. مفاهیمی مانند فرکانس طبیعی، استهلاک و ارتعاش اجباری و بسیاری از کاربردهای ارتعاش مانند بالانس سیستم‌های دوار، ایزولاسیون ارتعاش، جاذب ارتعاش و ابزارهای اندازه‌گیری ارتعاش نیز در این درس بررسی می‌شوند. در انتها ارتعاش آزاد و واداشته سیستم‌های دو درجه آزادی در فرم ماتریسی که به آسانی قابل تعمیم به سیستم‌های با درجه آزادی بالاتر است، مطرح می‌شوند.

برنامه درسی:

- ۱. حرکات نوسانی
 - تعاریف و اصطلاحات
 - حرکت نوسانی ساده (harmonic)
 - حرکت متناوب (periodic)
 - خواص حرکت نوسانی
 - درجات آزادی مدل ریاضی سیستم‌های دینامیکی
- ۲. ارتعاشات آزاد
 - مدل ارتعاشی و معادلات حرکت سیستم با استفاده از قوانین نیوتن
 - فرکانس طبیعی
 - روش انرژی
 - روش Rayleigh و جرم موثر و معادل
 - اصل کار مجازی
- ۳. ارتعاشات اجباری یا واداشته با تحریک
 - هارمونیک
 - ارتعاشات هارمونیک واداشته
 - نامیزانی دورانی
 - نامیزانی محورهای دوار (استاتیکی و دینامیکی)
 - whirling شافت‌های دوار
 - تحریک پایه
 - کاهش ارتعاشات و ایزولاسیون
 - انرژی مستهلک توسط میرایی
 - میرایی لزج معادل
 - میرایی سازه‌ای
- ۴. ارتعاشات آزاد انواع سیستم‌های با میرایی لزج (viscous)
 - کاهش لگاریتمی
 - میرایی کولمب

- دستگاه‌های اندازه‌گیری ارتعاشات
- پدیده تپش
- (شتاب‌سنج و زلزله‌سنج)
- کوپلینگ استاتیکی و دینامیکی
- ارتعاش هارمونیک واداشته
- ۴. ارتعاشات گذرا
- ارتعاشات واداشته با تحریک ضربه‌ای
- ارتعاشات واداشته با تحریک دلخواه
- ۶. روش لاگرانژ
- انتگرال کانولوشن
- فرمولاسیون مسئله ارتعاشات واداشته با
- استفاده از تبدیل لاپلاس
- پاسخ زمانی به تحریکات پالسی
- طیف پاسخ ضربه
- ۵. سیستم‌های دارای دو درجه آزادی یا بیشتر
- تحلیل مودهای نرمال ارتعاش
- دستاوردها:
- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر می‌گذارند، قادر به درک نکات ذیل می‌باشند:
- ۱. آشنایی با انواع ارتعاشات سازه‌ها،
- ۲. توانایی مدل‌سازی نابالانسی و بررسی اثر آن و
- ۳. آشنایی با روش‌های کاهش ارتعاشات و ایزولاسیون.

مراجع:

1. Thomson, W.T. and Dahleh, M.D.; *Theory of Vibration with Applications*, 5th Edition, Prentice Hall, 1998.
2. Rao, S.; *Mechanical Vibrations*, 5th Edition, Addison Wesley, 2011.
3. Seto, W.; *Theory and Problems of Mechanical Vibrations (SHAUM'S OUTLINE SERIES)*, Asian Student Edition, McGraw-Hill, 1983.

کنترل اتوماتیک، ۴۵۱۳۵

پیش‌نیاز: ارتعاشات (۴۵۱۴۴)

اهداف درس:

هدف از این درس آشنایی با سیستم‌های کنترل پس‌خور و تئوری‌های کنترل کلاسیک برای سیستم‌های خطی غیر متغیر با زمان است. در این درس هر سیستم و یا زیرسیستم با استفاده از تبدیل لاپلاس بصورت یک تابع تبدیل نشان داده شده و کل سیستم بصورت مجموعه‌ای از زیرسیستم‌ها (توابع تبدیل) که با هم تعامل دارند بررسی می‌شود. پاسخ زمانی سیستم کنترلی از دو جنبه پاسخ گذرا و پاسخ حالت ماندگار ارزیابی می‌شود. پایداری مطلق و پایداری نسبی سیستم نیز به روش‌های مختلف، با استفاده از تکنیک مکان ریشه‌ها با توجه به موقعیت قطب‌های سیستم و یا با استفاده از تحلیل پاسخ فرکانسی با توجه به حاشیه‌ی پایداری بررسی می‌شود.

برنامه درسی:

- | | |
|---|--|
| ۱. مقدمه و تعاریف | ۳. مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی |
| • مفاهیم اولیه | • مدل‌سازی سیستم‌های مکانیکی |
| • مقایسه سیستم‌های حلقه باز و حلقه بسته | • مدل‌سازی سیستم‌های الکتریکی |
| • اجزای عمومی یک سیستم کنترل | • خطی‌سازی سیستم‌های غیر خطی |
| • مبانی ریاضی تئوری کنترل خطی | • مدل‌سازی سیستم‌های سیالاتی، حرارتی و الکترومکانیکی |
| • مدل ریاضی یک سیستم دینامیکی | ۴. بررسی رفتار سیستم‌های خطی در حوزه زمان |
| • تبدیل لاپلاس و قضایای مرتبط | • پاسخ زمانی سیستم‌های درجه یک و دو به ورودی مختلف |
| • حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از تبدیل لاپلاس | • ارتباط پاسخ زمانی با موقعیت قطب‌های سیستم |
| • تابع تبدیل یک سیستم دینامیکی | • پاسخ زمانی سیستم‌های مرتبه بالا |
| • صفرها و قطب‌های سیستم | • قطب غالب |
| • نمودار بلوکی یک سیستم کنترلی | |
| • معادلات سیستم در فضای حالت | |

- طراحی کنترل کننده بر اساس پاسخ زمانی
- طراحی کنترل کننده با استفاده از روش مکان هندسی قطبها
- تحلیل پایداری به روش راث-هرویتز
- ۷. بررسی رفتار سیستمهای خطی در حوزه فرکانس
- ۵. خطای حالت ماندگار
- خطای حالت ماندگار در تعقیق ورودی
- خطای حالت ماندگار ناشی از ورودی
- اثر فیدبک غیرواحد
- اثر مشتق گیر و انتگرال گیر بر پاسخ زمانی و خطای حالت ماندگار
- طراحی کنترل کننده از منظر خطای حالت ماندگار
- تعریف پاسخ فرکانسی یک سیستم دینامیکی
- رسم پاسخ فرکانسی با استفاده از دیاگرام بود
- رسم پاسخ فرکانسی با استفاده از دیاگرام قطبی (نایکویست)
- محک قانون نایکویست
- تعریف حاشیه های پایداری سیستم در حوزه فرکانس
- طراحی سیستمهای کنترلی در حوزه فرکانس
- ۶. بررسی رفتار سیستمهای خطی به روش مکان هندسی قطبها
- رسم مکان هندسی قطبهای سیستم حلقه بسته
- سیستمهای ناکمینه فاز
- سیستمهای دارای تأخیر خالص

دستاوردها:

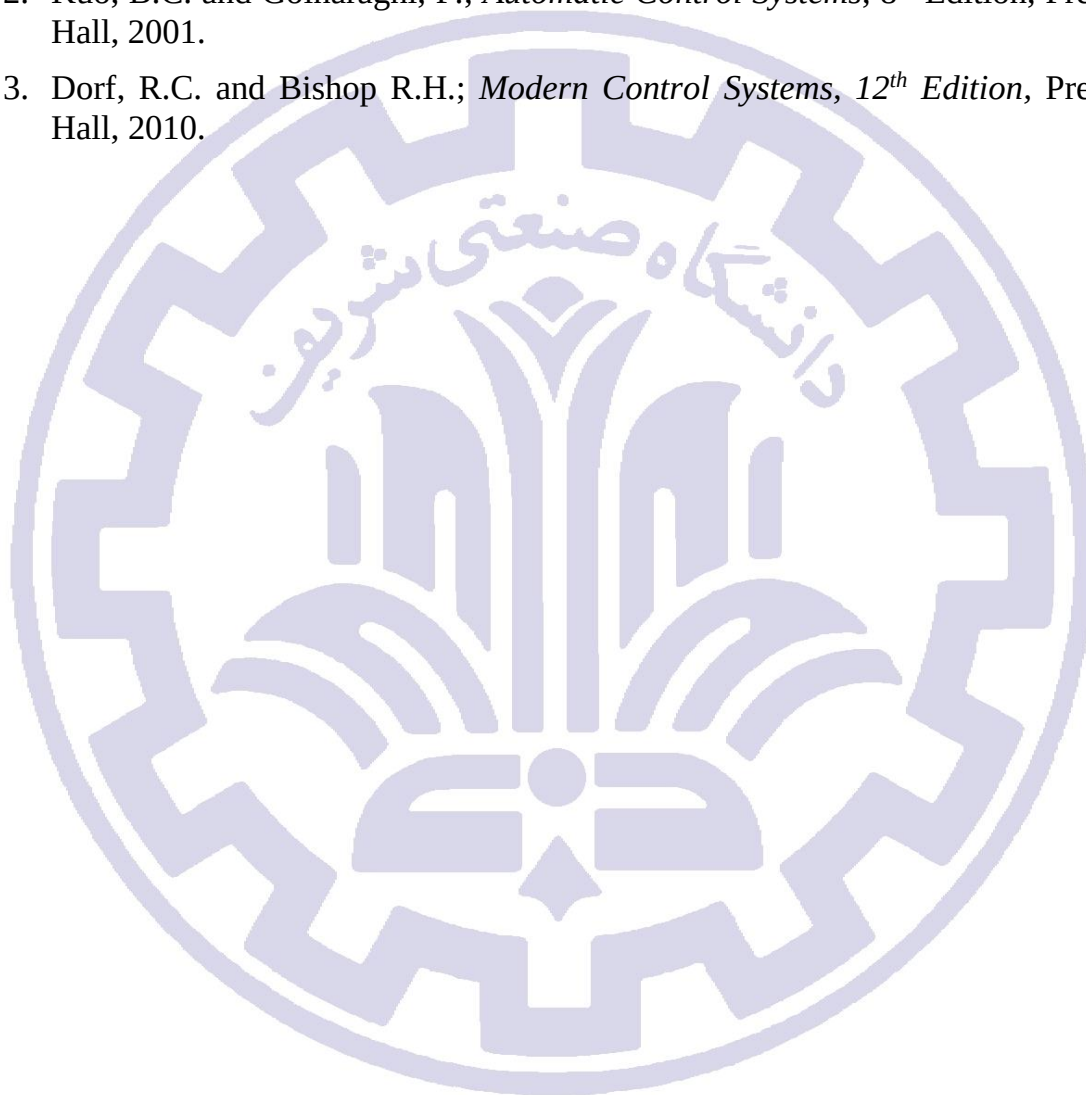
دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با مفاهیم کنترل مانند تابع تبدیل، صفر و قطب، وضعیت تعادل، پایداری و ...
۲. فراگیری نحوه اصلاح رفتار یک سیستم دینامیکی از طریق کنترل آن،
۳. آشنایی با خصوصیات پاسخ گذرا و پاسخ حالت ماندگار یک سیستم کنترلی و اثر پارامترهای کنترلی بر آنها و

۴. کسب مهارت‌های لازم جهت کار با ابزارهای طراحی سیستم‌های کنترلی در حوزه زمان، حوزه لاپلاس و حوزه فرکانس و فراگیری نحوه استفاده از این ابزارها در طراحی یک سیستم کنترلی.

مراجع:

1. Ogata, K.; *Modern Control Engineering*, 5th Edition, Prentice Hall, 2010.
2. Kuo, B.C. and Golnaraghi, F.; *Automatic Control Systems*, 8th Edition, Prentice Hall, 2001.
3. Dorf, R.C. and Bishop R.H.; *Modern Control Systems*, 12th Edition, Prentice Hall, 2010.



آمار و احتمال مهندسی، ۴۵۵۰۵

پیش‌نیاز: ریاضی عمومی ۱

اهداف درس:

هدف این درس آشناکردن دانشجویان با آمار و احتمالات به‌عنوان یکی از مباحث پرکاربرد مهندسی است. در این درس مباحثی پیرامون توزیع‌های پر کاربرد مهندسی، نحوه نمونه‌گیری و ... ارائه می‌شود.

برنامه درسی:

- | | |
|---|--|
| ۱. آمار توصیفی | ۵. برآورد فاصله‌ای برای پارامترهای مهم جامعه |
| ۲. احتمالات | ۶. آزمون فرضیه |
| ۳. آشنایی با توزیع‌های مهم گسسته و پیوسته | ۷. رگرسیون و آزمون‌های مرتبط با آن |
| ۴. نمونه‌گیری | |

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با توزیع‌های استاندارد، دوجمله‌ای، پواسون و ...
۲. نحوه نمونه‌گیری در یک مسئله واقعی مهندسی،
۳. آشنایی با برآوردهای فاصله‌ای و
۴. آشنایی با رگرسیون و آزمون‌های مرتبط با آن.

مراجع:

۱. اهرابی، فریدون و تقوی‌طلب، محسن؛ *احتمالات و تحلیل آماری*، موسسه عالی بانکداری ایران، ۱۳۹۱.

فصل چهارم: محتوای دروس تخصصی

دروس تخصصی رشته هوافضا شامل مباحثی مقدماتی از گرایش‌های مختلف مقطع کارشناسی ارشد است. در این دروس می‌توان تصویری از هر کدام از گرایش‌های دوره کارشناسی ارشد را کسب کرد. این دروس را می‌توان از نیم‌سال چهارم تا نیم‌سال هفتم گذراند. در ادامه، محتوای هر کدام از دروس تخصصی ارائه شده است.



مقدمه‌ای بر رشته هوافضا، ۴۵۱۳۲

پیش‌نیاز: زبان خارجی (۳۱۱۲۳)

اهداف درس:

این درس برای آشنایی اولیه با عناوین اصلی مهندسی هوافضا ایجاد شده‌است. در این راستا دانشجویان با اطلاعات کاری هواپیما و موشک و اصطلاحات هوافضایی آشنا می‌شود. مروری بر مشخصه‌های اصلی اتمسفر و عناوین اصلی مهندسی هوافضا شامل آیرودینامیک، پیشران‌ها، سازه و مکانیک پرواز، اغلب بخش‌های این دوره را پوشش می‌دهد.

برنامه درسی:

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| ۱. معرفی | • مجموعه‌های اصلی و سیستم‌های فرعی |
| • تعریف مهندسی هوافضا | • پیکربندی بال |
| • شاخه‌های مهندسی هوافضا | • تشریح موشک V-2 |
| • مراحل مهندسی هوافضا | ۴. اتمسفر استاندارد |
| • تمرکز مهندسی هوافضا | • مشخصات اتمسفر |
| • تکنولوژی‌های مهندسی هوافضا | • قانون گاز کامل |
| • مراکز و صنایع هوافضایی در ایران | • تغییرات فشار ناشی از ارتفاع |
| • دانشکده مهندسی هوافضا دانشگاه شریف | • تغییرات چگالی ناشی از ارتفاع |
| • تاریخچه پرواز | • جدول اتمسفر استاندارد |
| • تاریخچه راکت‌ها | ۵. آیرودینامیک |
| ۲. تشریح هواپیما | • تعریف آیرودینامیک |
| • مجموعه‌های اصلی و سیستم‌های فرعی | • اهمیت آیرودینامیک |
| • پیکربندی دم | • برآ و پسا |
| • صفحات کنترل | • منبع پسا |
| | • بال‌ها و ایرفویل‌ها |

۳. تشریح موشک

- جریان‌های چرخشی و غیرچرخشی (لزج،
- اصطلاحات و تعاریف
- غیرلزج و لایه مرزی)
- روابط حالت
- جریان‌های آرام، گذرا و آشفته
- پرواز پایا
- رابطه‌ی برنولی
- برد
- ضرایب آیرودینامیکی
- مداومت پروازی
- بردار سرعت و کانتور فشار
- پرواز بدون موتور
- منحنی‌های برا و پسا
- پرواز با شتاب
- اثر رینولدز
- پاکت پروازی
- اجسام دارای نیروی برای زیاد
- ۱۰. پایداری
- ۶. پیشرانش
- اصطلاحات و تعاریف
- سیستم‌های پیشرانش
- پایداری استاتیکی
- منابع نیرو
- پایداری دینامیکی
- ملخ و پروانه
- راهکارهای افزایش پایداری
- ۷. موتورهای جت
- ۱۱. کنترل، ناوبری و هدایت
- اصطلاحات و تعاریف
- توربوجت
- روش‌های هدایت
- توربوفن
- قوانین هدایت
- توربوپراپ
- سیستم‌های ناوبری
- توربوجت همراه با پس‌سوز
- سنسورهای ناوبری
- رم‌جت
- سیستم‌های کنترلی
- قسمت‌های موتور جت
- ۸. سیستم‌های پیشرانشی راکت‌ها
- وسایل کنترلی
- راکت‌ها
- ابزارهای پرواز
- موتورهای راکت مایع
- ۱۲. سازه‌ها
- موتورهای راکت جامد
- اصطلاحات و تعاریف
- موتورهای راکت مخلوط
- سازه هواپیما و اجزای آن
- ۹. عملکرد هواپیما

- سازه موشک و اجزای آن
- مکانیک مدارها
- فرم‌ها و تلورانس‌ها
- گرایش دینامیک و کنترل
- آزمایش سازه
- ماهواره‌ها و حامل‌های فضایی
- استانداردها و محدودیت‌های پرواز
- پرتابگرها

۱۳. فضا

- تاریخچه و معرفی

دستاوردها:

پس از گذراندن این درس دانشجویان با مفاهیم زیر آشنا خواهند بود:

۱. آشنایی کامل با عمده زمینه‌های مهندسی هوافضا،
۲. درک فیزیکی از چگونگی پرواز هواپیما و
۳. آشنایی با اغلب قطعات هواپیما و نقش موثر آن‌ها در پرواز.

مراجع:

۱. پورتاکدوست، سیدحسین و اسدیان، نیما؛ *مقدمه‌ای بر مهندسی هوافضا*، دانشکده مهندسی هوافضا، ۱۳۸۰.
2. Anderson, J.D.; *Introduction to Flight*, McGraw-Hill Co., 2000.
3. Shevell, R.S.; *Fundamentals of Flight*, Prentice-Hall, 2nd Edition, 1989.

آیرودینامیک ۱، ۴۵۱۱۵

پیش‌نیاز: مکانیک سیالات ۱ (۴۵۱۲۴) و مقدمه‌ای بر رشته هوافضا (۴۵۱۳۲)

اهداف درس:

آیرودینامیک یک علم کاربردی است. اهداف اصلی این درس تخمین نیروها و گشتاورهای وارد بر اجسام در حال حرکت در یک سیال (معمولاً هوا) است. در این درس مباحث تولید نیروهای برآ، پسا، و گشتاورهای وارده بر ایرفویل‌ها، بال‌ها، بدنه‌ها، محفظه موتورها و پیکربندی کامل هواپیماها بررسی می‌شود.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - کاربرد معادلات بقای پیوستگی و اندازه حرکت
 - خطوط مسیر، خطوط جریان و خطوط اثر یک جریان
 - تابع جریان، پتانسیل سرعت و ارتباط آن‌ها
 - سرعت زاویه‌ای، چرخش و کرنش گردش
 - رابطه بین گردش و چرخش: اصل گرین و قضیه استوکس
۲. اصول و معادلات اساسی
 - سینماتیک حرکت سیال
 - مشتق مادی
 - مدل‌های سیال: حجم کنترل و المان سیال
 - معادلات حاکم بر جریان
۳. اصول جریان ایده‌آل
 - شرایط سرعت در جریان تراکم‌ناپذیر
 - معادلات حاکم: معادله لاپلاس، معادله برنولی
 - لوله پیتوت
 - ضریب فشار
 - جریان‌های مقدماتی
 - جریان برآزا حول استوانه
- آیرودینامیک
 - پارامترهای اساسی علم آیرودینامیک
 - نیروها و گشتاورهای آیرودینامیکی
 - مرکز فشار
 - آنالیز ابعادی: قضیه π باکینگهام
 - تشابه جریان
 - انواع جریان

- قضیه کاتا-ژاکوفسکی و تولید برآ
- جریان‌های ایده‌آل حول بال‌های محدود
- روش پنل
- مقدمه
- جریان‌های ایده‌آل حول ایرفویل‌ها
- مقدمه
- واژگان ایرفویل
- مدل صفحه گردابه
- شرط کاتا
- قضیه گردشی کلوین و گردابه
- آغازین
- قضیه کلاسیک ایرفویل نازک
- ایرفویل قوس‌دار
- روش پنل گردابه
- مقدمه
- قضیه‌های ورتکس هلم‌هولتز
- قضیه کلاسیک خط برآزای پرانتل
- مقدمه‌ای بر اثرات لزجت در آیرودینامیک
- ویژگی‌های کیفی جریان لزج
- لایه مرزی: خواص، معادلات، جدایش

دستاوردها:

- دانشجویانی که درس را با موفقیت بگذرانند، توانایی‌های زیر را بدست خواهند آورد:
۴. بینش و مهارت در واژگان و اصطلاحات علم آیرودینامیک،
 ۵. کسب درک عمیق مفاهیم آیرودینامیک و مدل‌های ریاضی پایه،
 ۶. آشنایی با تئوری ایرفویل‌ها و
 ۷. توانایی در مدل‌سازی و تحلیل آیرودینامیک اجسام سه‌بعدی بطور عام و بال‌های محدود بطور خاص.

مراجع:

1. Anderson, J.D.; *Fundamentals of Aerodynamics*, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2001.
2. Kuethe, A.M. and Chow, C.Y.; *Fundamentals of Aerodynamics: Bases of Aerodynamic Design*, 5th Edition, John Wiley & Sons, 1998.
3. Bertin, J.J. and Smith, M.L.; *Aerodynamics for Engineers*, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1989.

4. Roy, A.; *A First Course on Aerodynamics*, 1st Edition, AR & Ventus Publishing Apps, 2012.
5. Mclean, D.; *Understanding Aerodynamics: Arguing from Real Physics*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 2012.
6. Flandro, G.A. and McMahon H.M.; *Basic Aerodynamics: Incompressible Flow*, 1st Edition, Cambridge university press, 2012.
7. Paraschivoiu Ion; *Subsonic Aerodynamics*, 1st Edition, Presses Internationales Polytechnique, 2003.
8. Thamson L.M.; *Theoretical Aerodynamics*, 1st Edition, Dover Publications, 2011.



آیرودینامیک ۲، ۴۵۱۱۶

پیش‌نیاز: آیرودینامیک ۱ (۴۵۱۱۵)

اهداف درس:

این درس تلاش دارد تا دانشجویان کارشناسی را با جریان تراکم‌پذیر کلاسیک یا جریان با چگالی متغیر آشنا کند. دانشجویان باید بر مفاهیم پایه‌ای ترمودینامیک و مکانیک سیالات که مستقیماً برای جریان تراکم‌پذیر کاربرد دارند، تسلط داشته باشند. همچنین در این درس مفاهیمی چون روابط تک‌آنتروپی، شوک قائم یک‌بعدی، شوک مایل و امواج انبساطی دو بعدی، جریان تک‌آنتروپی در نازل‌های مختلف، قوانین محیطی، جریان خطی شده و روش‌های عددی نیز مانند جریان‌های تراکم‌پذیر مادون‌صوت بر روی ایرفویل بررسی خواهد شد.

برنامه درسی:

- | | |
|---|--|
| • اندازه‌گیری سرعت در جریان تراکم‌پذیر | ۱. برخی تعاریف و روابط اولیه درباره‌ی جریان‌های تراکم‌پذیر |
| • ۳. شوک مایل و امواج انبساطی | • معرفی |
| • معرفی | • مروری مختصر بر ترمودینامیک |
| • روابط شوک مایل | • تعریف تراکم‌پذیری |
| • جریان مافوق‌صوت بر گوه و مخروط | • روابط و قوانین حاکم بر جریان غیرلزج و تراکم‌پذیر |
| • تداخل و بازتاب شوک | • تعریف حالت کلی |
| • جدایش امواج شوک در جلوی اجسام خمیده | ۲. امواج شوک قائم و مباحث مربوط به آن |
| • امواج انبساطی پرانتل-مایر | • معرفی |
| • تئوری شوک انبساطی | • روابط پایه‌ای شوک قائم |
| • ۴. جریان تراکم‌پذیر در نازل‌ها، پخش‌کننده‌ها و تونل‌های باد | • سرعت صوت |
| • معرفی | • شکل خاص معادله انرژی |
| | • محاسبه خواص موج شوک قائم |

- روابط حاکم بر جریان‌های شبه یک بعدی
- جریان در نازل‌ها
- پخش‌کننده‌ها
- تونل‌های باد مافوق صوت
- ۵. جریان مادون صوت و تراکم‌پذیر بر ایرفویل: تئوری خطی
- معرفی
- معادلات پتانسیل سرعت
- معادلات خطی شده‌ی پتانسیل سرعت
- تصحیح‌های تراکم‌پذیری
- ناپایداری پسا در اعداد ماخ: دیوار صوت
- قوانین محیط
- ایرفویل‌های فوق بحرانی
- ۶. جریان‌های مافوق صوت خطی شده
- معرفی
- مشتق رابطه‌ی خطی شده‌ی ضریب فشار مافوق صوت
- کاربرد ایرفویل‌های مافوق صوت
- ۷. معرفی روش‌های عددی برای جریان‌های مافوق صوت غیرخطی
- معرفی
- ویژگی‌هایی از روش مختصاتی
- طراحی نازل مافوق صوت
- ویژگی‌هایی از روش دیفرانسیل محدود
- تکنیک وابسته به زمان
- کاربرد اجسام مافوق صوت خمیده
- ۸. ویژگی‌های جریان ماورای صوت (اختیاری)
- معرفی
- جنبه‌های کیفی جریان ماورای صوت
- تئوری نیوتنی
- روابط امواج شوک ماورای صوت
- عدم وابستگی عدد ماخ

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را پشت سر بگذارند توانایی‌های زیر را خواهند یافت:

۱. طراحی نازل‌ها و تونل باد و آنالیز جریان داخل آن‌ها،

۲. مدل‌سازی جریان تراکم‌پذیر بر روی ایرفویل‌ها و

۳. آنالیز وسایل پرنده‌ی مختلف در سرعت‌های فروصوت، فراصوت و ماورای صوت.

مراجع:

1. Anderson, J.D.; *Fundamentals of Aerodynamics*, 3rd Edition, McGraw-Hill Company, 2001.
2. Kuethe, M.A. and Chow, C.; *Foundations of Aerodynamics*, John Wiley & Sons 1986.
3. Liepmann, H.W., and Roshko, A.; *Elements of Gas Dynamics*, John Wiley & Sons, 1967.
4. Shapiro, A.H.; *The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow*, Vol. I. II, John Wiley & Sons, 1953.
5. Anderson, J.D.; *Modern compressible Fluid Flow With Historical Perspective*, McGraw-Hill. 2003.
6. Houghtan, E.L., Carpenter P.W., Collicott S.H., Valentine D.T.; *Aerodynamics for Engineering Students*, Butterworth-Heinemann, 6th Edition, 2013.

آزمایشگاه آیرودینامیک، ۴۵۰۵۰

پیش‌نیاز: آیرودینامیک ۱ (۴۵۱۱۵)

اهداف درس:

آزمایشگاه آیرودینامیک شامل چندین مشاهده‌ی تجربی در یک تونل باد فروصوت است. انجام آزمایشات تجربی، پایه و اساس توسعه‌ی محدوده‌ی وسیعی از دانش اطراف اجسام مختلف که در عمل تحت بارهای ناشی از جریان آب و هوا قرار می‌گیرند است؛ که در این درس تلاش می‌شود دانشجویان با روند این کار آشنا شوند.

برنامه درسی:

۱. تجهیزات
 - انواع تونل باد
 - لوله پیتوت و لوله پیتوت استاتیک
 - سیم داغ
 - یاهد
 - ریک و غیره
۲. آزمایش اول: کالیبراسیون یک تونل باد
 - فرآیند پردازش و تحلیل داده‌ها
 - بررسی شیب نمودار سرعت واقعی بر حسب سرعت به دست آمده
 - پیش‌بینی مقدار دقیق سرعت برای سرعت‌های ۲۵، ۳۵ و ۵۰ متر بر ثانیه
 - بحث در زمینه علت تفاوت فشار کل در داخل و خارج از تونل
۳. آزمایش دوم: مشاهده‌ی تجربی پیرامون لایه‌ی مرزی
 - بحث روی پروفیل سرعت در سوراخ‌ها و سرعت‌های مختلف
 - تخمین گرادیان سرعت و تنش برشی صفحه‌ی تخت
 - بحث در زمینه اثر تغییر سرعت و تغییر طول روی شکل پروفیل سرعت
 - تخمین درگ در سرعت‌های انجام آزمایش
۴. آزمایش سوم: بررسی جریان اطراف یک سیلندر
 - بررسی تغییرات فشار با زاویه در حالت تئوری و عملی در سرعت‌های مختلف
 - بررسی تغییرات جدایش با تغییر عدد رینولدز
 - تخمین درگ استوانه در سرعت‌های مختلف

- بررسی تغییرات ضریب پسا با تغییرات عدد رینولدز
- محاسبه ضرایب پسا، برآ و اندازه حرکت برای ایرفویل
- محاسبه مرکز فشار با استفاده از روش هندسی
- ۵. آزمایش چهارم: اثر شکل یک جسم روی نیروی پسای آن
 - فرآیند پردازش و تحلیل داده‌ها
 - بررسی تغییرات ضریب درگ با عدد رینولدز برای مدل‌های مختلف
 - بحث در زمینه اثر شکل‌ها روی نیروی پسا
- ۶. آزمایش پنجم: بررسی دنباله پشت یک استوانه و محاسبه پسا از اصل اندازه حرکت
 - فرآیند پردازش و تحلیل داده‌ها
 - بررسی پروفیل سرعت در دو فاصله از استوانه
 - بررسی پروفیل انرژی در دو فاصله از استوانه
 - تخمین درگ استوانه
- ۷. آزمایش ششم: توزیع فشار اطراف یک بال در زوایای حمله‌ی متفاوت
 - فرآیند تحلیل و پردازش داده‌ها
 - بررسی تغییرات ضریب فشار با وتر در سرعت‌ها و زوایای حمله‌ی مختلف
- ۸. آزمایش هفتم: نیروهای وارد بر یک ایرفویل
 - مجهز به اسلت و فلپ
 - بررسی تغییرات ضریب برآ و پسا با زاویه‌ی حمله
 - بررسی تغییرات بازده آیرودینامیکی با زاویه‌ی حمله
 - بررسی تغییرات ضریب برآ با زاویه‌ی فلپ
 - بررسی تغییرات برآ با پسا
 - بررسی اثر رینولدز روی نیروهای برآ و پسا
 - مشخص کردن مقادیر زاویه حمله و زاویه‌ی فلپ که برآی یکسانی را تولید می‌کنند
- ۹. آزمایش هشتم: بررسی سرعت فلاتر

دستاوردها:

دانشجویان بعد از گذراندن این درس قادر خواهند بود به موارد زیر دست یابند:

۱. آشنایی با مشاهده‌های تجربی در زمینه آیرودینامیک مادون صوت،
۲. توانایی مطالعه دنباله و جریان اطراف ایرفویل و استوانه به صورت تجربی و
۳. آشنایی با کلیات آزمایش‌های تجربی.

مراجع:

۱. دهقان منشادی، مجتبی؛ دستور کار آزمایشگاه آیرودینامیک، دانشکده هوافضا، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۰.
2. Anderson, J.D.; *Fundamentals of Aerodynamics*, 3rd Edition, McGraw-Hill Book Publishing Company, 2001.
3. Barlow, J.B., Rae, W.H. and Pope, A. ; *Low-Speed Wind Tunnel Testing*, 3rd Edition, McGrawJohn Wiley & Sons, 1999.

دینامیک پرواز ۱، ۴۵۱۵۶

پیش‌نیاز: آیرودینامیک ۱ (۴۵۱۱۵) و دینامیک (۴۵۱۱۳)

اهداف درس:

در این درس موضوعات ویژه درباره عملکرد هواپیما تدریس می‌شود. هدف اصلی این درس آشنا کردن دانشجویان با مفاهیم اساسی و روش‌های محاسباتی جهت اندازه‌گیری عملکرد هواپیما است. در این درس با در نظر گرفتن هواپیما به عنوان یک نقطه، حرکت هواپیما تحت تاثیر نیروهای آیرودینامیکی، پیشران و جاذبه در شرایط پروازی مختلف، توضیح داده می‌شود. همچنین از هر دو روش گرافیکی و تحلیلی برای محاسبه مشخصه‌های عملکرد هواپیما استفاده می‌شود.

برنامه درسی:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ۱. مقدمه‌ای بر مکانیک پرواز | ۲. عملکرد هواپیما (حالت دائمی) |
| • اتمسفر استاندارد | • تراست مورد نیاز و تراست موجود |
| • مروری بر آیرودینامیک | • قدرت مورد نیاز و قدرت موجود |
| • برآ و پسای هواپیما | • حداقل و حداکثر سرعت |
| • وسایل برآزا | • نرخ صعود |
| • پسای قطبی هواپیما | • زمان صعود |
| • مروری بر سیستم‌های پیشران | • سقف پرواز مطلق و خدماتی |
| • دسته‌بندی موتورهای | • برد و مداومت پروازی |
| • عملکرد موتورهای پیستونی | ۳. عملکرد هواپیما (پرواز شتابدار) |
| • عملکرد موتورهای توربینی | • گردش افقی |
| • تئوری ملخ | • مانورهای pull down و pull up |
| • منحنی‌های تراست/ قدرت بر حسب سرعت | • نمودار v-n (استانداردهای FAR-23، FAR-25 و military) |
| • معادلات حرکت نقطه‌ای هواپیما | • تحلیل عملکرد به روش انرژی |
| • اجزای یک ماموریت پروازی | |
| • کاربرد معادلات حرکت نقطه‌ای | |

• عملکرد نشستن

• عملکرد برخاستن

دستاوردها:

دانشجویانی که موفق به گذراندن این درس شوند قادر خواهند بود با استفاده از روش‌های ترسیمی و تحلیلی، عملکرد یک هواپیما با پیکربندی و سیستم پیشران‌ش مشخص را محاسبه کنند.

مراجع:

1. Anderson, J.D.; *Aircraft Performance and Design*, 1st Edition, McGraw-Hill Education, 1999.
2. Lan, E. and Roskam, J.; *Airplane Aerodynamic & Performance*, 1st Edition, Roskam Aviation and Engineering, 1988.
3. Anderson, J.D.; *Introduction to Flight*, McGraw-Hill Co., 2000.
4. Vinh, N.; *Flight Mechanics of High Performance Aircraft*, Cambridge University Press, 1995.
5. Miele, A.; *Flight Mechanics, Vol. 1: Theory of Flight Paths*, 1st Edition, Addison-Wesley Pub., 1962.
6. Eshelby, M.E.; *Aircraft Performance, Theory and Practice*, Elsevier, 2000.

دینامیک پرواز ۲، ۴۵۱۵۷

پیش‌نیاز: کنترل اتوماتیک (۴۵۱۳۵) و دینامیک پرواز ۱ (۴۵۱۵۶)

اهداف درس:

این درس به مباحث پایداری و کنترل وسایل پرنده به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های اصلی علم دینامیک پرواز می‌پردازد. بدین لحاظ از اهداف مهم این درس معرفی، توسعه و شناساندن ابزارهای لازم جهت ارزیابی امکان‌پذیری پرواز و نیز شناسایی رفتار و سطح پایداری هواپیما در مقابل اغتشاشات می‌باشد. در این راستا، ابتدا با استفاده از قوانین پایه، یک مدل ریاضی شش درجه آزادی از حرکت هواپیما در پروازهای دائم و اختلالی توسعه داده خواهد شد. در این فرآیند، الگوهای برای نیروها و گشتاورهای عامل بر هواپیما ارائه می‌شود که نقش طراحی هواپیما را در ایجاد پایداری ذاتی استاتیکی و دینامیکی از طریق پارامترهایی به‌عنوان مشتقات پایداری و کنترل مشخص می‌کند. پس از تکمیل مباحث اصلی درس، موضوعاتی از قبیل سیستم‌های ارتقای پایداری، الزامات کیفیت و خوش‌دستی پرواز، سیستم‌های کنترل پرواز و تنوع اتوپیلوت‌ها معرفی خواهند شد.

برنامه درسی:

۱. توسعه معادلات حرکت
 - دستگاه‌های مختصات و فرضیات
 - استخراج معادلات حرکت
 - معرفی روش‌های تبدیل مختصات و انتشار سینماتیک
 - زوایای اوایلر و معادلات سینماتیک
 - دورانی اوایلری
 - معادلات حرکت در پروازهای پایا (دائم) و اختلالی
۲. مدل‌سازی آیرودینامیک و پیش‌رانش
 - دسته‌بندی نیروها و گشتاورها
۳. تحلیل پایداری پروازهای پایا (دائم)
 - ارزیابی و تحلیل پرواز پایا در مسیر مستقیم (کروز)
- الگوی نیروها و گشتاورهای آیرودینامیکی
- معرفی و ارائه توجیه فیزیکی مشتقات پایداری و کنترل
- الگوی نیرو و گشتاورهای مربوط به سیستم پیش‌رانش
- نحوه بیان و تولید نیرو و گشتاورهای اختلالی
- ارائه معیارهای پایداری استاتیکی

- ارزیابی و تحلیل پروازهای مانوری
- سیستم ایده‌آل و واقعی
- پایا
- الزامات پایداری در پروازهای پایا
- نیروهای کنترلی درون کابین،
- محدودیت‌ها و نحوه حذف آن‌ها
- ۵. کیفیت پرواز و خوش‌دستی
- تعریف کلاس وزنی و فازهای پروازی
- هواپیما
- ۴. پایداری دینامیکی و شاخصه‌های
- دینامیکی هواپیما
- استخراج توابع تبدیل طولی
- معرفی مودهای طولی و تقاریب
- استخراج توابع تبدیل عرضی-سمتی
- مودهای عرضی-سمتی و تقاریب
- سیستم‌های افزایش پایداری
- معرفی معیارها و الزامات کیفیت پروازی
- مقیاس‌های ارزیابی خلبانان
- قوانین هوانوردی

دستاوردها:

- با گذراندن این درس دانشجویان با مفاهیم و کاربردهای زیر آشنا خواهند بود:
۱. پایداری هواپیما و نقش طراحی هواپیما در این مقوله،
 ۲. توسعه معادلات حرکت وسایل پرنده جهت شبیه‌سازی، تحلیل و طراحی مسیر و نیز طراحی سیستم‌های کنترل،
 ۳. نحوه ارزیابی و تحلیل هواپیما در سیکل طراحی اولیه و
 ۴. بهینه‌سازی و تنظیم پارامترهای طراحی برای ارتقای پایداری استاتیکی، دینامیکی و یا دسترسی به الزامات کیفیت پرواز و خوش‌دستی.

مراجع:

1. Roskam, J. ; *Airplane Flight Dynamics and Automatic Flight Controls Part I*, Dar-Corporation, 1995.
2. Nelson, R.; *Flight Stability and Automatic Control*, McGraw-Hill Co., 1989.
3. Napolitano, M.; *Aircraft Dynamics: From Modeling to Simulation*, Wiley & Sons, 2012.

4. Phillips W., “*Mechanics of Flight*”, Wiley & Sons, 2010.
5. Nelson, R.; *Flight Stability and Automatic Control*, McGraw-Hill Co., 1989.



تحلیل سازه‌های هوافضایی، ۴۵۱۳۶

پیش‌نیاز: مقاومت مصالح ۱ (۴۵۱۳۳)

اهداف درس:

درس تحلیل سازه از دروس تخصصی دوره کارشناسی مهندسی هوافضا است. این درس، شامل مبانی الاستیسیته مانند مفاهیم تنش، تعادل، کرنش، معادلات ساختاری و تحلیل تنش و تغییر شکل در سازه‌های مختلف با تمرکز بر سازه‌های هوافضایی است. بخش عمده مباحث نیز به تحلیل سازه‌های جدار نازک اختصاص دارد.

برنامه درسی:

- | | |
|---|-----------------------------|
| • انرژی کرنشی الاستیک | ۱. مقدمات |
| • محاسبه تغییر مکان بوسیله اصل بقای انرژی | • تنش |
| • روش کار مجازی | • روابط تعادل |
| • تعیین تغییر مکان بوسیله نیروهای مجازی | • حالت Plain Stress |
| • روش بار واحد | • شرایط مرزی |
| • روش‌های انرژی الاستیک | • تعیین تنش بروی سطوح مورب |
| • قضیه کاستیگیانو | • تنش‌های اصلی |
| ۳. مقدمات سازه‌های جدار نازک | • دایره مور برای تنش-کرنش |
| • مواد مورد استفاده در ساخت هواپیما | • روابط سازگاری |
| • روش‌های ساخت | • حالت Plain Strain |
| • سازه هواپیما و بارهای اعمال شده بر آن | • تعیین کرنش بروی سطوح مورب |
| ۴. تحلیل مقاطع جدار نازک باز و بسته | • کرنش‌های اصلی |
| • خمش مقاطع با شکل دلخواه باز و بسته | • دایره مور برای کرنش |
| • محل تار خنثی | • روابط بین تنش-کرنش |
| | • اندازه‌گیری تجربی کرنش |
| | ۲. روش‌های انرژی |

- تغییر مکان در اثر خمش
- ساده‌سازی محاسبات در مقاطع جدار نازک
- روابط عمومی تنش-کرنش و تغییر مکان در مقاطع باز و بسته تک سلولی
- ساده‌سازی در سازه‌ها
- اثر ساده‌سازی بر تحلیل مقاطع باز و بسته (خمش، برش و پیچش)
- تحلیل تنش در اجزای هواپیما
- تحلیل تنش در بدنه (خمش، برش و پیچش)
- تحلیل تنش در بال (خمش، برش و پیچش)
- تحلیل تنش در فریم و ریب
- تحلیل تنش در مقاطع بسته
- پیچش در مقاطع بسته
- تحلیل مقاطع مرکب باز و بسته

دستاوردها:

این درس علاوه بر مرور مبانی تحلیل تنش و الاستیسیته، دانشجویان را با روش انرژی و مفاهیم اصلی تحلیل سازه‌های هوافضایی آشنا می‌کند، بطوری‌که در انتها دانشجویان قادر به تحلیل سازه‌های هوافضایی تحت اثر بارهای مختلف خواهند بود.

مراجع:

1. Megson, T.H.G.; *An Introduction to Aircraft Structural Analysis*, 4th Edition, Butterworth-Heinemann, 2010.

طراحی هواپیما ۱، ۴۵۱۷۷

پیش‌نیاز: آیرودینامیک ۲ (۴۵۱۱۶)

هم‌نیاز: دینامیک پرواز ۲ (۴۵۱۵۷)

اهداف درس:

این درس برای آشنایی دانشجویان با سیکل طراحی کلاس I- هواپیما تدوین شده است. در بخش اول این درس دانشجویان درخصوص فضای کلی طراحی هواپیما آموزش می‌بینند. به علاوه پیشنهاد دادن یک ماموریت و تخمین وزن و بارگذاری هواپیما براساس این ماموریت، آموزش داده می‌شود. در بخش دوم این درس، اصول اولیه پیکربندی و تکنیک‌های پیکربندی ارائه شده و در نهایت چگونگی تدوین سیکل طراحی هواپیما در حالت مفهومی اولیه بیان می‌شود.

برنامه درسی:

۱. محدودیت‌های طراحی هواپیما
 - محدودیت‌های فضای طراحی هواپیما
 - قیود طراحی: عملیاتی، آیین‌نامه‌ها، فلسفه‌های طراحی سازه، قیود تولید، قیود محیطی و قیود اقتصادی
 - طراحی مفهومی
۲. پروفیل ماموریت
 - اندازه‌گذاری براساس نیازهای پرواز
 - اوج‌گیری (نرخ، تغییرات و زمان)
 - اندازه‌گذاری براساس نیازهای سرعت
 - تخمین پسای مقطعی هواپیما
 - تخمین پیکربندی
۳. اندازه‌گذاری وزنی
 - اصول تخمین وزن
 - حساسیت وزن
 - ارزیابی و تصحیح پروفیل ماموریت
۴. اندازه‌گذاری براساس عملکرد
 - اصلاح و محاسبه ناحیه هدف در فضای طراحی
۵. مبانی انتخاب پیکربندی

- استراتژی‌های کلان انتخاب پیکربندی
- ۶. توزین و توازن هواپیما، کلاس I
- مبانی انتخاب پیکربندی کلی
- سناریوهای ورود و خروج بار به هواپیما
- مبانی انتخاب ایرفویل
- تخمین وزن قطعات هواپیما کلاس I
- مبانی انتخاب پارامترهای بال
- محاسبات مرکز ثقل و ممان اینرسی
- مبانی انتخاب پارامترهای بدنه مبانی
- محدودیت‌های C.G. potato و C.G.
- انتخاب نوع جانمایی موتور
- تکرار سیکل (دو مرحله آخر بخش ۵)
- مبانی انتخاب پارامترهای مجموعه دم
- مبانی انتخاب ارباب فرود

دستاوردها:

دانشجویان با گذراندن این درس دستاوردهای زیر را به دست می‌آورند:

۱. فهم فرآیند طراحی عمومی،
۱. فهم واژگان اساسی در فرآیند طراحی هواپیما،
۲. تخمین موثر پارامترهای اساسی طراحی و
۳. تعیین یک فرآیند طراحی در طول ایجاد یک سیکل طراحی.

مراجع:

1. Roskam, J.; *Airplane Design*, Part I-II, Dar-Corporation, USA, 1995.
2. Torenbeek, E.; *Synthesis of Subsonic Airplane Design*, Delft University Press, 1982.
3. Nicolai, L.M.; *Fundamentals of Aircraft and Airship Design*, AIAA Education Series, 2010.
4. Raymer, D.P.; *Aircraft Design: A Conceptual Approach*, 5th Edition, AIAA Education Series, 2012.

اصول پیشرانش، ۴۵۱۱۷

پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۱ (۴۵۱۳۴)

هم‌نیاز: آیرودینامیک ۲ (۴۵۱۱۶)

اهداف درس:

این درس برای یک دوره مقدماتی در اصول پیشرانش تدوین شده است. مفاهیم فیزیکی و روش‌های تحلیلی معرفی شده موجب درک نکات زیر می‌شوند:

۱. درک مبانی پیشرانش،
۲. تحلیل بازده پیشرانش، عملکرد چرخه، منطق انواع گوناگون موتورهای توربینی،
۳. رفتار جریان در دهانه‌ها، شیبورهاها و محفظه احتراق و
۴. عوامل موثر روی عملکرد سیستم و اجزا.

برنامه درسی:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| • اصول پیشرانش جت | • جریان تک‌آنتروپی |
| • حرکت سیال و نیروهای واکنشی | • جریان غیرتک‌آنتروپی |
| • موشک‌ها | • جریان بدون اصطکاک مساحت ثابت و |
| • ملخ‌ها | • تغییر دمای سکون |
| • توربوجت‌ها، توبوفن‌ها، رم جت‌ها | • جریان سطح مقطع ثابت با اصطکاک |
| • مکانیک و ترمودینامیک جریان سیال | • شوک‌ها |
| • معادله‌های پایه | • ۴. ترمودینامیک موتورهای جت هواپیما |
| • ترمودینامیک گازها | • رانش و بازده |
| • ترمودینامیک احتراق تعادلی-واکنش- | • رم جت |
| • های شیمیایی | • موتورهای توربوجت |
| • ۳. جریان پایای یک بعدی گاز کامل | • موتورهای توبوفن |
| • جریان حالت یک بعدی گاز کامل | • موتورهای توربوپراپ و توربوشفت |
| | • عملکرد موتور |

- سازگاری موتور-هواپیما
- عملکرد مشخصه کمپرسور محوری
- ۵. آیرودینامیک ورودی‌ها، اتاق‌های احتراق و شیبورها
- ورودی‌های فروصوتی
- ورودی‌های فراصوتی
- محفظه‌های احتراق توربین گازی
- پس‌سوزها و محفظه‌های احتراق رم
- جت
- احتراق فراصوتی
- شیبورها و خروجی
- ۶. کمپرسورهای محوری
- اندازه حرکت زاویه‌ای
- کار و تراکم
- عملکرد مشخصه کمپرسور تک طبقه
- ۷. توربین‌های محوری
- طبقه توربین محوری
- بازده طبقه
- پره روتور و تنش‌های صفحه‌ای
- خنک‌کاری پره‌ها
- عملکرد توربین
- سازگاری توربین و کمپرسور

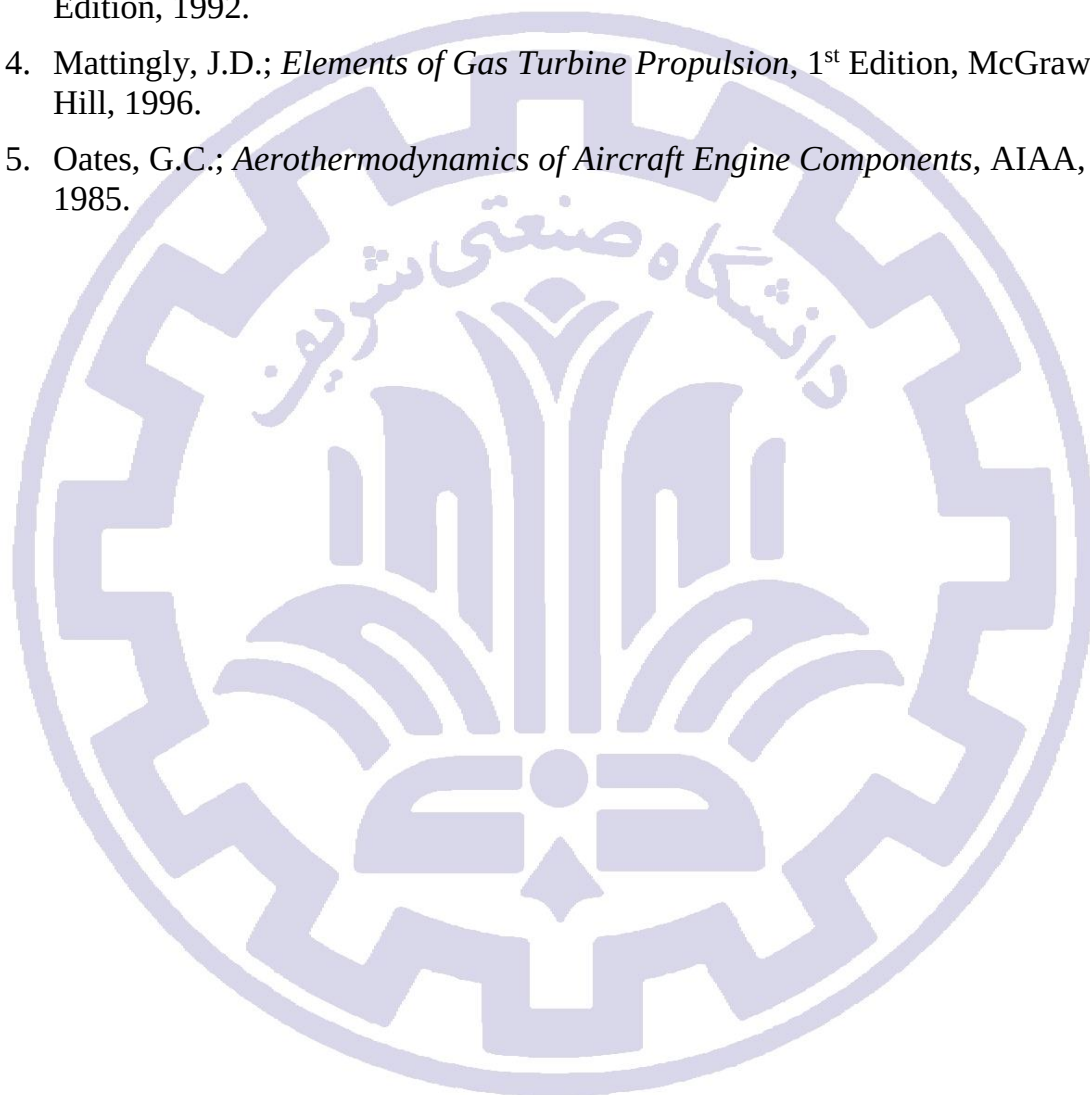
دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر می‌گذارند، قادر به درک نکات زیر خواهند بود:

۱. درک مفاهیم پیشرانش جت (هواتنفسی)،
۲. بکارگیری معادلات حاکم بر پدیده پیشرانش،
۳. درک نحوه کارکرد توربوماشین‌ها و سازگاری موتور و هواپیما،
۴. تجزیه و تحلیل اجزای کمپرسور،
۵. تجزیه و تحلیل اجزای توربین،
۶. تجزیه و تحلیل اجزای محفظه احتراق،
۷. تهیه نقشه‌های عملکرد مشخصه کمپرسور و
۸. نکات قوت و محدودیت‌های موتورهای توربوجت، توربوفن، توربوپراپ و توربوشفت.

مراجع:

1. Hill, P. and Peterson, C.; *Mechanics and Thermodynamics of Propulsion*, Addison Wesley, 1992.
2. Irwin, E. and Traeger; *Aircraft Gas Turbine Engine Technology*, McGraw-Hill, 3rd Edition, 1995.
3. Jack L. and Kerrebrock; *Aircraft Engines and Gas Turbines*, MIT Press, 2nd Edition, 1992.
4. Mattingly, J.D.; *Elements of Gas Turbine Propulsion*, 1st Edition, McGraw-Hill, 1996.
5. Oates, G.C.; *Aerothermodynamics of Aircraft Engine Components*, AIAA, 1985.



مکانیک مدارهای فضایی، ۴۵۴۰۷

پیش‌نیاز: دینامیک (۴۵۱۱۳) و معادلات (۲۲۰۳۴)

اهداف درس:

این درس برای آشنایی دانشجویان با مبانی اصلی دینامیک مدارهای فضایی طراحی شده است. در این درس المان‌های اصلی مکانیک مدارها، مسیرهای فضاپیما و ... و کاربردهای مدل‌های تحلیلی ساده شده، بررسی خواهد شد.

برنامه درسی:

۱. مسئله چند جسمی
 - مقدمه
 - معادله حرکت برای مسئله چند جسمی
 - صحت مدل دو جسمی
 - معرفی مسئله دو جسمی و قوانین کپلر
 - معادله برداری حرکت دو جسم در فضای اینرسی
 - حل تحلیلی دو بعدی حرکت در مسئله دو جسم
 - معرفی مدارهای امکان‌پذیر در مسئله دو جسم (مقاطع مخروطی)
۲. ارتباط زمان با موقعیت در حرکت مداری
 - مقدمه
 - قوانین کپلر
 - متغیرهای عمومی و کمکی
۳. مدار در سه بعد
 - مقدمه
 - معرفی المان‌های مداری و نحوه قرارگیری صفحه در فضای سه‌بعدی
 - الگوریتم تعیین المان‌های مدار با استفاده از بردارهای سرعت و موقعیت ماهواره
۴. مانورهای مداری
 - مقدمه
 - انتقال مدارها بین نقاط مشخص شده
 - معرفی روش لامبرت در کاربرد انتقال مدار
 - بردارهای سرعت نهایی

- کاربردهای معادله لامبرت
- ۷. مباحث پیشرفته
- ۵. انتقال مدار با استفاده از تکانه سرعت
- ۸. تئوری مدار خطی
- مقدمه
- انتقال‌های هم‌صفحه و غیر هم‌صفحه
- مقدمه
- انتقال بهینه هومان
- مانورهای مداری برای ملاقات دو
- ۹. اغتشاشات
- مقدمه
- فضاییما
- مانورهای اصلاح‌کننده طول و عرض
- اغتشاشات
- جغرافیایی
- اثرات پسا، بیضی‌گون و اجسام دیگر
- ۶. تحلیل ماموریت‌های بین سیاره‌ای
- مقدمه
- کره تاثیر
- ۱۰. تخمین مدارها
- مقدمه
- روش مخروط‌های وصله شده
- تخمین مدار با استفاده از زاویه
- مانور با استفاده از نیروی جاذبه
- تخمین مدار اولیه لاپلاس
- سیاره‌ها
- تخمین مدار با استفاده از دو
- عبور از سیاره‌ها با استفاده از انتقال
- موقعیت
- هومان

دستاوردها:

دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر به درک مسائل زیر خواهند بود:

۱. تحلیل مدارها در یک میدان گرانش،
۲. دینامیک مقدماتی راکت،
۳. انتقال مدار با تکانه و همگرایی و تئوری لامبرت با کاربردها،
۴. مسیرهای وصله‌ای مخروطی،
۵. مانورهای بین سیارات با استفاده از نیروی جاذبه،

۶. تئوری مدار خطی شده و

۷. داشتن درکی واضح و کاربردی از مکانیک مدارهای فضایی با استفاده از المان‌های ریاضیات به همراه مفاهیم فیزیکی.

مراجع:

1. Bate, R.R., Mueller, D.D. and White, J.E.; *Fundamentals of Astrodynamics*, 1st Edition, Dover Publications, 1971.
2. Kaplan, M.H.; *Modern Spacecraft Dynamics and Control*, John Wiley & Sons, 1976.
3. Wiesel, W.E.; *Spacecraft Dynamics*, McGraw-Hill, 1992.
4. Thomson, W.T.; *Introduction to Space Dynamics*, Dover Publications, 1986.
5. Battin, R.H.; *An Introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics*, AIAA Education Series, 1987.

ترمودینامیک ۲، ۴۵۱۲۵

پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۱ (۴۵۱۳۴)

اهداف درس:

هدف اصلی این درس معرفی و تحلیل انواع سیستم‌های ترمودینامیکی مهندسی است. در این درس از مبانی ترمودینامیک که در درس ترمودینامیک ۱ آموخته شده است، استفاده می‌شود تا انواع سیکل‌های ترمودینامیکی برای اهداف مهندسی از جمله تولید توان، گرمایش، سرمایش و ایجاد نیروی پیشران، بررسی شود. در این درس از مفاهیم پایه‌ای ترمودینامیک نیز استفاده می‌شود تا مباحثی نزدیک‌تر به کاربردهای مهندسی و علمی مانند مخلوط گازها، هوای مرطوب، کاربردهای تهویه مطبوع و همچنین مبحث احتراق و واکنش‌های شیمیایی بررسی شود.

برنامه درسی:

۱. برگشت‌ناپذیری و قابلیت استفاده
 - انرژی قابل استفاده، کار برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیری
 - مفهوم اکسرژی
 - بالانس اکسرژی برای سیستم‌های بسته
 - بالانس اکسرژی برای سیستم‌های باز
 - بازدهی قانون دوم بر مبنای اکسرژی
۲. سیکل‌های گازی برای تولید توان
 - فرض هوای استاندارد
 - سیکل موتورهای احتراق داخلی
 - سیکل موتورهای توربین گازی
 - سیکل موتور جت
 - انواع روش‌های افزایش بازدهی
 - سیکل‌های گازی و تحلیل آن‌ها
۳. سیکل‌های بخار برای تولید توان
 - سیکل پایه و ایده‌آل رانکین
 - انواع روش‌های افزایش بازدهی سیکل رانکین و تحلیل آن‌ها
۴. سیکل‌های تبرید
 - انواع سیکل‌های تبرید
 - انواع روش‌های افزایش بازدهی سیکل‌های تبرید
۵. روابط ترمودینامیکی
 - روابط ریاضی بین خواص ترمودینامیکی و مشتقات آن‌ها
 - معادلات حالت
۶. مخلوط گازها
 - مخلوط گازهای ایده‌آل

- روابط فشار حجم و دما برای مخلوط
- گازهای ایده‌آل
- آنالیز سیستم‌های حاوی مخلوط گازها
- نمودار سایکرومتریک
- آنالیز فرآیندهای شامل تهویه هوا
- قانون بقای انرژی برای سیستم‌های واکنشی
- محاسبه دمای آدیاباتیک شعله
- تولید آنتروپی و آنالیز اکسرژی برای سیستم‌های واکنشی

۷. احتراق و واکنش‌های شیمیایی

- اصول احتراق

دستاوردها:

دانشجویانی که درس را بگذرانند، توانایی‌های زیر را بدست خواهند آورد:

۱. آشنایی با انواع سیکل‌های ترمودینامیکی و نحوه تحلیل سیکل‌های مختلف،
۲. آشنایی با روابط ترمودینامیکی و مشتقات آن‌ها،
۳. آشنایی با سیستم‌هایی که در آن‌ها مخلوط گازها وجود دارد و اعمال قوانین ترمودینامیکی به این سیستم‌ها،
۴. آشنایی با سیستم‌هایی که در آن‌ها واکنش شیمیایی و احتراق اتفاق می‌افتد و
۵. نحوه اعمال قوانین ترمودینامیکی برای سیستم‌های احتراقی.

مراجع:

1. Cengel and Boles; *Thermodynamics an Engineering Approach*, 5th Edition, McGraw-Hill, 2005.
2. Sonntag, Borgnakke and Van Wylen; *Fundamentals of Thermodynamics*, 6th Edition, John Wiley & Sons, 2002.
3. Moran, M.J. and et. Al.; *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, 7th Edition, John Wiley & Sons, 2010.

فصل پنجم: محتوای دروس اختیاری

این دسته از دروس حاوی مطالب و مباحثی اضافی پیرامون هر یک از گرایش‌های مقطع کارشناسی ارشد است. دانشجویان می‌توانند باتوجه به علاقه خود، تعدادی از این دروس را انتخاب کرده و بگذرانند.



کارگاه رباتیک هوایی ۱، ۴۵۰۳۰

اهداف درس:

هدف اصلی این درس آشنایی دانشجویان با هواپیماهای بدون سرنشین و رسیدن به راه‌های تحقیق در مورد آن‌ها است. در این درس مفاهیمی پیرامون هواپیماهای مدل نظیر نقشه‌خوانی، تقسیم‌بندی هواپیماهای مدل و جرئیات طراحی و ساخت آن‌ها نیز آموزش داده می‌شود.

برنامه درسی:

۱. دلایل استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین
 - جلوگیری از خطرات انسانی و صدمات جانی
 - اقتصادی بودن پرنده بدون سرنشین در مرحله تولید و عملیات
 - انجام پروازهای غیر ممکن برای هواپیماهای سرنشین‌دار
۲. تقسیم‌بندی هواپیماهای مدل جهت بررسی ویژگی‌هایشان
 - تقسیم‌بندی بر حسب سیستم کنترل
 - تقسیم‌بندی بر حسب شکل کلی و شباهت به هواپیماهای سرنشین‌دار
۳. نقشه‌خوانی هواپیماهای مدل جهت رسیدن به تکنیک‌های رایج ساخت هواپیماهای کوچک‌تر از نمونه‌های سرنشین‌دار
۴. وسایل مورد نیاز برای ساخت هواپیما مدل و آشنایی با تکنیک‌های ساخت
 - چوب‌ها
 - صفحات چندلایه
 - فوم‌های صلب و جامد
 - کامپوزیت‌ها
۵. آشنایی با نحوه پرواز هواپیما مدل در محیط شبیه‌ساز
 - آشنایی با سیستم‌های هدایت‌پذیر
 - درک خطای چپ و راست
 - درک حس پرواز با هواپیماهای کوچک
۶. آشنایی با انواع چسب‌ها به‌عنوان مهم‌ترین اتصال‌دهنده‌های هواپیماهای کوچک

۷. آشنایی با انواع باتری‌های شارژی
به‌عنوان مهم‌ترین عامل مختل‌کننده
سیستم‌های هواپیماهای بدون سرنشین

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. توانایی ساخت هواپیمای مدل با استفاده از نقشه‌های مهندسی،
۲. آشنایی با پرواز هواپیمای مدل در محیط شبیه‌ساز و
۳. آشنایی با ابزارها و وسایل مورد نیاز برای ساخت هواپیمای مدل.

مراجع:

1. Lonon, A; *Basics of R/C Model Aircraft Design*, Air Age, 1996.
2. *Model Airplane News*, Air Age, 1982-2010.
3. Bird, B.; *Model Airplane Secrets: Basic to Advanced Strategies on Model Airplanes*, Bravos Direct, 2005-2007.
4. Lam, T.M; *Aerial Vehicles*, InTech, 2009.
5. Lozano, R.; *Unmanned Aerial Vehicles Embedded Control*, John Wiley & Sons, 2010.

کارگاه موتور ۱ (پیستونی)، ۴۵۰۷۰

پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۱ (۴۵۱۳۴)

اهداف درس:

هدف این کارگاه آشنایی دانشجویان با موتورهای احتراق داخلی پیستونی و وانکل هواپیمایی است. عملکرد و کاربرد ملخ‌ها در هواپیما و نیروی پیشران نیز در این درس بررسی خواهد شد.

برنامه درسی:

۱. تاریخچه
 - سابقه موتورهای پیستونی
 - معرفی و آشنایی با سیکل و عملکرد موتورهای احتراق داخلی پیستونی هوایی
 - معرفی و آشنایی با مکانیزم موتورهای پیستونی چهارزمانه و دوزمانه هوایی
 - معرفی و آشنایی با مکانیزم موتورهای وانکل هوایی
 - آشنایی و معرفی انواع موتورهای پیستونی هوایی
 - خصوصیات و ویژگی موتورهای پیستونی هوایی، کاربرد و عملکرد آن
۲. سیستم‌های موتور
 - آشنایی و معرفی با سیستم سوخت موتور هوایی کاربراتور- انژکتور و کنترل قدرت موتور
۳. متعلقات موتور
 - معرفی و آشنایی با سیلندر و سرسیلندر، روش ساخت و اتصال آن‌ها و تبادل حرارتی آن‌ها
 - معرفی و آشنایی با پیستون، انواع رینگ‌ها و شاتون به همراه عملکرد، کاربرد و روش ساخت آن
- آشنایی و معرفی با سیستم روغن موتورهای احتراق داخلی پیستونی
- معرفی روغن‌های هوایی، کاربرد آن و نمونه‌گیری روغن
- معرفی و آشنایی با سیستم جرقه مگنت، عملکرد و کاربرد آن
- آشنایی و معرفی سیستم خنک‌کاری موتورهای هوایی (خنک‌کاری با هوا با مایعات و روغن)
- آشنایی با قطعات و اجزای موتور استارتر - ژنراتورها، پمپ‌ها و ...

- معرفی و آشنایی با مکانیزم عملکرد سوپاپ‌ها و انتقال حرارت به سوپاپ‌ها
 - معرفی و آشنایی با Timing شمع و احتراق و دستور احتراق Fireing order
 - معرفی و آشنایی با انواع میل‌لنگ و سیستم کاهنده ارتعاشات
 - کار عملی
 - آشنایی و معرفی ابزارهای عمومی - ابزارهای مخصوص - موتورهای هوایی
 - پیستونی Continental
 - آشنایی با نکات ایمنی - فنی - نشریات فنی - موتورهای پیستونی O450
 - آشنایی با روش بازکردن و بستن قطعات موتور
 - معرفی و آشنایی با Timing سوپاپ‌ها و کارکرد آن با میل‌لنگ
 - تنظیم سیستم
۴. ملخ و پیشرانش
- معرفی انواع ملخ و عملکرد آن‌ها به همراه کاربرد ملخ در موتورهای پیستونی هوایی
- آشنایی با قطعات داخلی موتور
۵. تنظیم سیستم
- معرفی و آشنایی با Timing سوپاپ‌ها و کارکرد آن با میل‌لنگ
- آشنایی با نکات ایمنی - فنی - نشریات فنی - موتورهای پیستونی O450
- آشنایی با روش بازکردن و بستن قطعات موتور
- دستاوردها:**
- دانشجویان پس از اتمام موفقیت‌آمیز این درس توانایی کار عملی با موتور پیستونی و بکارگیری ابزارهای مخصوص برای تعمیر، تنظیم و تعویض قطعات موتور پیستونی را به دست خواهند آورد.

کارگاه موتور ۲ (جت)، ۴۵۰۷۱

پیش‌نیاز: اصول پیش‌رانش (۴۵۱۱۷)

اهداف درس:

این درس برای آشنایی دانشجویان رشته هوافضا با موتورهای جت هوایی (رم‌جت، پالس‌جت، اسکرام‌جت، توربوجت، توربوپراپ، توربوشفت، راکت سوخت جامد، راکت سوخت مایع و عملکرد و کاربرد آن‌ها در صنایع هوایی است.

برنامه درسی

۱. مقدمه
 - آشنایی با انواع مجراها و عملکرد فیزیکی و کاربرد مجراهای هم‌گرا، ساده و واگرا
 - تاریخچه موتورهای جت، توربینی و راکت
 - معرفی سیکل کاری موتورهای رم‌جت و پالس‌جت‌ها
۲. عملکرد موتور جت
 - آشنایی و معرفی سیکل کاری موتورهای توربینی و مسیر حرکت هوا-کمپرس هوا-احتراق-انرژی جنبشی - انرژی مکانیکی و جت هوا
۳. قسمت سرد موتور جت
 - آشنایی و معرفی انواع ورودی هوای موتور زیر صوت و مافوق صوت
۴. قسمت داغ موتور
 - آشنایی و معرفی انواع کمپرسورهای محوری و کمپرسورهای شعاعی و عملکرد آن‌ها و کاربرد آن‌ها
 - آشنایی و معرفی انواع محفظه‌های احتراق لوله‌ای-حلقوی و لوله‌ای حلقوی مرکب
 - آشنایی و معرفی انواع سوخت‌پاش‌ها
 - آشنایی و معرفی انواع توربین‌های محوری و تیغه‌های توربین ضربه‌ای و عکس‌العملی و توربین‌های شعاعی گریز از مرکز
 - آشنایی با روش‌های ساخت تیغه‌های توربین به روش ریخته‌گری دقیق و روش‌های دیگر ساخت توربین
۵. سیستم‌های موتور جت

- آشنایی با سیستم پس‌سوز، مجراهای خروجی جت و معکوس کننده نیروی پیشرانش
- آشنایی و معرفی مجراهای متغیر خروجی جت و کنترل آن‌ها
- آشنایی با سیستم سوخت و کنترل قدرت موتور
- آشنایی با انواع سوخت‌های جت JP، عملکرد و کاربرد آن‌ها
- آشنایی با انواع روغن‌های جت: روغن-های مصنوعی و آزمایشگاهی، کاربرد و عملکرد آن‌ها و نمونه‌گیری روغن
- آشنایی با سیستم روغن کاری موتور جت
- آشنایی با سیستم‌های جانبی موتورهای جت
- آشنایی و معرفی سیستم خنک‌کاری قسمت‌های داغ موتور محفظه احتراق - نازل توربین - پس‌سوز
- ۶. کار عملی
 - آشنایی با روش بازکردن و بستن موتورهای جت J47 و J85-21
 - آشنایی با ابزارهای عمومی و ابزارهای مخصوص و استندهای مخصوص جت و کاربرد آن‌ها
 - آشنایی با نکات ایمنی - فنی - نشریات فنی موتورهای جت

دستاوردها:

دانشجویان پس از اتمام موفقیت آمیز این درس توانایی کار عملی با موتورهای توربوجت و بکارگیری ابزارهای مخصوص را به دست خواهند آورد.

کارگاه بال و بدنه، ۴۵۰۸۱

پیش‌نیاز: تحلیل سازه‌های هوافضایی (۴۵۱۳۶)

اهداف درس:

آشنایی عملی دانشجویان با سازه هواپیما و موشک، مواد مصرفی، روش‌های ساخت قطعات هواپیما و نحوه مونتاژ قطعات کنار یکدیگر از جمله اهداف این درس است. برای نیل به این اهداف دانشجویان ضمن آشنایی با ابزارآلات ساخت هواپیما و کار با آن‌ها، قطعاتی از هواپیما را طبق قوانین و روش‌های متداول در کارگاه بال و بدنه می‌سازند و مونتاژ می‌کنند.

برنامه درسی:

- | | |
|--|---|
| ۱. مقدمه | • شابلن قطعات هواپیما |
| • آشنایی با سیستم اینچی (کولیس) | ۴. محاسبات و ساخت |
| • آشنایی با انواع ورق‌هایی که در هواپیما استفاده می‌شوند | • نحوه ساخت قالب ریب‌ها فریم‌ها و بالکدها |
| ۲. اتصالات | • ساخت اسپار |
| • پرچ توپر | • ساخت استیرینگ |
| • میخ پرچ‌ها | • ساخت فریم‌ها و بالکدها |
| • پیچ و مهره‌ها | • نصب و مونتاژ قطعات هواپیما |
| • جوش‌ها | • روش‌های ساخت سازه‌های لانه‌زنبوری |
| • خم‌کاری | • هانی کومب Honey Comb- پانل‌ها |
| ۳. تهیه نقشه | |
| • شابلن قالب ریب‌ها، فریم‌ها و بالکدها | |

دستاوردها:

دانشجویان پس از اتمام موفقیت‌آمیز این درس توانایی‌های زیر را به دست خواهند آورد:

۱. اجرای نقشه‌های طراحی جهت ساخت قطعات،
۲. ساخت قالب و تهیه قطعات هواپیما و
۳. مونتاژ قطعات روی یکدیگر و پرچ‌کاری قطعات.



کارگاه اجزای دقیق، ۴۵۰۸۰

پیش‌نیاز: کنترل اتوماتیک (۴۵۱۳۵)

اهداف درس:

در این آزمایشگاه دانشجویان با سنسورهای اینرسی و نحوه تست و کالیبراسیون آن‌ها آشنا می‌شوند. در دو جلسه اول اصول تئوریک و بخش‌های اصلی یک ژيروسکوپ و شتاب‌سنج تدریس می‌شود. در این آزمایشگاه هفت آزمایش انجام می‌شود که دو تا از آن‌ها مربوط به خواص ژيروسکوپ است. همچنین سه آزمایش مربوط به کالیبراسیون ژيروسکوپ‌های نرخ‌ی و free و شتاب‌سنج است. یک آزمایش مربوط به اندازه‌گیری خطاهای شتاب‌سنج بوده و یک آزمایش نیز مربوط به Initial Alignment سیستم‌های ناوبری است.

برنامه درسی:

- | | |
|--|--|
| • محاسبه مقدار بایاس و ضریب مقیاس | ۱. آشنایی با خواص ژيروسکوپ |
| • محاسبه مقدار شتاب جاذبه | • آشنایی با حرکت یک فرفره |
| • محاسبه مقدار جبران‌نشده سرعت زاویه‌ای | • آشنایی با مفاهیم صلبیت و حرکت تقدیمی |
| ۵. کالیبراسیون ژيروسکوپ آزاد و اندازه‌گیری دریافت ناشی از شتاب جاذبه | • آشنایی با المان ژيروسکوپی |
| • محاسبه مقدار بایاس و ضریب مقیاس | ۲. اندازه‌گیری اندازه حرکت زاویه‌ای یک المان ژيروسکوپی |
| • محاسبه دریافت ناشی از شتاب جاذبه زمین | ۳. کالیبراسیون ژيروسکوپ نرخ‌ی |
| ۶. اندازه‌گیری خطاهای شتاب‌سنج | • محاسبه مقدار بایاس و ضریب مقیاس |
| ۷. تنظیم اولیه یک سیستم ناوبری | • محاسبه مقدار جبران‌نشده سرعت زاویه‌ای |
| • آشنایی با مفهوم تنظیم | ۴. کالیبراسیون شتاب‌سنج |

- آشنایی با روش تنظیم اولیه با
 - محاسبه زوایای رول و پیچ
- استفاده از خروجی‌های IMU

دستاوردها:

با گذراندن این درس دانشجویان قادر به درک مفاهیم زیر خواهند بود:

۱. استفاده از سنسورهای اینرسی،
۲. نحوه کالیبراسیون سنسورهای اینرسی،
۳. کسب احساس فیزیکی از سنسورهای فوق و نحوه کارکردن با آن‌ها و
۴. آشنایی با خطاهای سنسورها و نحوه تنظیم اولیه سیستم ناوبری اینرسی.

آزمایشگاه سیستم‌های کنترل، ۴۵۰۸۵

پیش‌نیاز: کنترل اتوماتیک (۴۵۱۳۵)

اهداف درس:

هدف این آزمایشگاه آشنایی عملی دانشجویان با انواع سیستم‌های کنترل، نحوه مدل‌سازی آن‌ها، نحوه طراحی کنترل‌کننده و نحوه پیاده‌سازی کنترل‌کننده به صورت آزمایشگاهی است.

برنامه درسی:

- ۱. آشنایی با نحوه استفاده از وسایل آزمایشگاه
 - آشنایی با اسیلوسکوپ دیجیتالی
 - حافظه‌دار
 - آشنایی با سیستم داده‌برداری
 - آشنایی با منبع تغذیه آنالوگ و دیجیتال
 - آشنایی با مولتی‌متر
- ۲. کنترل حلقه‌باز سرومکانیزم بالک
 - طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده حلقه‌باز
 - بررسی خطای ناشی از اعمال اغتشاش به کنترلر حلقه‌باز
- ۳. کنترل حلقه‌بسته سرومکانیزم بالک
 - طراحی و پیاده‌سازی کنترلر حلقه بسته
 - بررسی اثر ترم‌های تناسبی، انتگرالی، مشتقی
- ۴. کنترل وضعیت یک مکانیزم یک‌درجه‌آزادی
 - بررسی مقاومت بودن سیستم حلقه‌بسته نسبت به خطای مدل‌سازی و اغتشاش
 - دومتوره برای زاویه رول
- ۵. اندازه‌گیری زوایای رول، پیچ و یاو با استفاده از AHRS
 - آشنایی با AHRS و کار با آن
 - تکرار آزمایش چهارم با AHRS
- ۶. کنترل وضعیت یک شبیه‌ساز سه‌درجه‌آزادی چهارپره
 - کنترل همزمان زوایای رول، پیچ و یاو
 - یک چهارپره با استفاده از کنترلر PID
- ۷. آشنایی با میز تعلیق هوای نیم‌کروی، محاسبه مرکز جرم و بالانس آن
 - تنظیم پهنای باند هر کانال جهت جلوگیری از تداخل کاری بین کانال‌ها
 - آشنایی با مجموعه میز شبیه‌ساز

- آشنایی با مرکز دوران
- بررسی تاثیر عدم تطابق مرکز جرم
- بررسی مفاهیم پایداری، ناپایداری و پایداری خنثی
- ۹. کنترل میز با تراستر و کنترلر PD و
- ماژولاتور PWPF
- آشنایی دانشجویان با پیاده‌سازی عملی کنترلرها
- مشاهده مستقیم تاثیر تغییرات ضرایب بهره کنترلی بر عملکرد سیستم
- آشنایی با مفهوم سطح ثابت تراست و نحوه کنترل آن در کاربردهای عملی
- ۸. تخمین ممان اینرسی میز تعلیق هوای نیم‌کروی
- آشنایی عملی با مفهوم ممان اینرسی و تاثیر آن بر دینامیک وضعیت
- محاسبه ممان اینرسی محورها پیچ و رول

دستاوردها:

دانشجو پس از گذراندن این درس آنچه را که در درس کنترل اتوماتیک به‌صورت تئوری آموخته‌اند، به‌صورت عملی تجربه می‌کند.

مراجع:

۱. هادی نوبهاری؛ جزوه آزمایشگاه سیستم‌های کنترل، جلد اول: سیستم‌های کنترل پرواز، دانشکده مهندسی هوافضا، ۱۳۹۲.
۲. نیما اسدیان؛ جزوه آزمایشگاه سیستم‌های کنترل، جلد دوم: سیستم‌های کنترل وضعیت، دانشکده مهندسی هوافضا، ۱۳۹۲.
3. Ogata, K.; *Modern Control Engineering*, 5th Edition, Prentice Hall, 2010.

طراحی به کمک کامپیوتر، ۴۵۱۴۵

پیش‌نیاز: زبان برنامه‌نویسی پاسکال (۴۰۱۵۱) یا مبانی برنامه‌نویسی (۴۰۱۵۳)

اهداف درس:

این درس برای آموزش استفاده موثر از کامپیوتر به‌عنوان یک ابزار مهندسی، تدوین شده‌است. در بخش اول این درس مطالبی در مورد بخش‌های سخت‌افزاری کامپیوتر ارائه خواهد شد. همچنین نحوه انتخاب

سخت‌افزار کامپیوتر برای یک هدف خاص مهندسی آموزش داده خواهد شد. در بخش دوم این درس مبانی محیط‌های واسط طراحی آموزش داده می‌شود. در انتها در بخش سوم اصول ریاضی برای سیستم گرافیک کامپیوتری شرح داده می‌شود. همچنین نحوه مدل‌سازی یک مساله واقعی و نگاه به تک تک اجزای دربرگیرنده مساله به وسیله ORD نیز در این درس ارائه می‌شود.

برنامه درسی:

- ۱. مقدمه ای بر محیط‌های طراحی و آشنایی با گستره علم طراحی به کمک کامپیوتر شامل
 - اصول طراحی در محیط‌های مجازی
 - شبیه‌سازهای off-line
 - شبیه‌سازهای زمان واقعی
 - نمونه‌های اولیه مجازی
 - پردازش تصاویر
- ۲. اصول سخت‌افزار کامپیوتر
 - خصوصیات سخت‌افزار کامپیوتر
 - معماری نمایشگر / نشان‌دهنده
 - واحد پردازشگر مرکزی و واحد پردازشگر نمایش‌دهنده
 - ابزار ورودی
- ۳. اصول توسعه محیط‌های طراحی مجازی
 - اندرکنش کاربر و سیستم
 - چگونگی توسعه محیط طراحی
- ۴. ریاضیات گرافیک کامپیوتری
 - سیستم‌های مختصات محورهای طرح، جهانی، LHS، RHS
 - ساختار ریاضی نقطه عمومی
 - توابع منحنی صریح
 - توابع منحنی ضمنی
 - توابع پارامتری چند جمله‌ای
 - توابع پارامتری چند جمله‌ای
 - توابع تخمین زننده و پیش‌بینی‌کننده
 - توابع میان‌یابی کننده
- ۵. مشاهده در فضای سه بعدی
 - نمایش موازی و پرسپکتیو (perspective)
 - انتقال و چرخش تصاویر
 - سطوح تکه‌ای پارامتریک
 - موارد خاص

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را بگذرانند، توانایی‌های زیر را به دست خواهند آورد:

۱. فهم فرآیند طراحی عمومی در یک محیط مجازی،
۲. استفاده موثر از گرافیک کامپیوتری برای اهداف طراحی،
۳. استفاده موثر از ابزارهای ریاضی برای مدل‌سازی یک پدیده فیزیکی و
۴. فهم فرآیند مدل‌سازی پیکربندی هواپیما.

مراجع:

1. Roskam, J.; *Airplane Design*, Part VI, Dar- Corporation, USA, 1995.
2. Zhigang, X.; *Theory & Problems of Computer Graphics*, Mc-Graw Hill, 2001.



مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات عددی، ۴۵۴۰۶

پیش‌نیاز: محاسبات عددی (۴۵۱۱۹) و آیرودینامیک ۲ (۴۵۱۱۶)

اهداف درس:

این درس مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات عددی (CFD) است. CFD در سال‌های اخیر توسعه‌ی قابل توجهی در بسیاری از زمینه‌های مهندسی و همچنین علوم دیگر یافته است. دانشجویان این درس مباحث روش‌های عمومی و مختلف عددی مانند دیفرانسیل محدود، حجم محدود و روش‌های المان محدود را در سطح پایه و اولیه دربر خواهد گرفت. همچنین در برخی مباحث، دانشجویان با برخی طرح‌ها و روش‌های مشخص مانند دیفرانسیل مرکزی، بسط دادن و ... آشنا خواهند شد.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - چرا از FVM استفاده کنیم؟
 - روش‌های مختلف FVM
 - شار کمیت محفوظ و روش‌های عددی مختلف
 - CFD چیست؟
 - نگاهی اجمالی بر CFD
۲. روش تفاضل محدود
 - PDE های (معادلات دیفرانسیل جزئی) هذلولوی
 - PDE های بیضوی
 - PDE های سهموی
 - ۵. مقدمه‌ای بر روش المان محدود (FEM)
 - چرا از FEM استفاده کنیم؟
 - روش‌های مختلف FEM
 - روش تغییرات
 - روش وزن باقیمانده
 - کاربرد FEM در مسائل دینامیک سیالات
۳. مقدمه‌ای بر ایجاد شبکه‌ای
 - اهمیت کیفیت شبکه
 - تکنیک‌های مختلف ایجاد شبکه
 - تبدیلات شبکه
 - دقت و همگرایی
۴. مقدمه‌ای بر روش حجم محدود (FVM)
 - نرم‌افزارهای مهم CFD
 - VORLAX
 - FLUENT
 - STAR-CD

دستاوردها:

دانشجویانی که با موفقیت درس را به پایان برسانند دستاوردهای زیر را خواهند یافت:

۱. آشنایی با CFD و کاربردهای مختلفش،

۲. تهیه کد برنامه‌نویسی برای مسائل نسبتاً ساده دینامیک سیالات و

۳. استفاده از حداقل یک نرم‌افزار معروف CFD.

مراجع:

1. Hoffman, K.A. and Chiang, S.T.; *Computational Fluid Dynamics for Engineers*, Engineering Education System, Vol. 1, 1993.
2. Fletcher, C.A. J.; *Computational Techniques for Fluid Dynamics*, Springer-Verlag, Vol 1, 1988.
3. Tannehill, J.C., Anderson, D.A., and Pletcher, R. H.; *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, 2nd Edition, McGraw Hill, 1997.
4. Wendt, J.F.; *Computational Fluid Dynamics- An Introduction*, Springer-Verlag, 1992.

روش اجزای محدود مقدماتی، ۴۵۴۱۸

پیش‌نیاز: مقدمه‌ای بر رشته هوافضا (۴۵۱۳۲)

اهداف درس:

روش اجزای محدود، روشی عددی برای حل تقریبی مسائل مهندسی در حوزه‌ی هوافضا، مکانیک جامدات، مکانیک سیالات و سایر علوم است. در روش اجزای محدود یک مسئله با بینهایت درجه آزادی به یک مسئله با درجات آزادی محدود تبدیل شده و قابل حل می‌شود. اساس حل یک مسئله مهندسی در روش اجزای محدود آن است که مسئله به مجموعه‌ای از معادلات جبری حاکم تبدیل شده و دستگاه معادلات نهایی با استفاده از رایانه حل می‌شود.

برنامه درسی:

۱. آشنایی با روش‌های حل عددی
 - روش‌های انتگرال‌گیری عددی
 - روش انتگرال‌گیری عددی گوس
 - روش حل نیومارک
۲. معرفی المان محدود
 - بیان ویژگی‌های یک المان
 - نحوه‌ی مش‌بندی سازه‌ها
۳. المان محدود یک بعدی
 - استخراج ماتریس سفتی المان خرپا
 - نحوه‌ی اسمبل کردن ماتریس سختی
۴. المان محدود دو بعدی
 - استخراج ماتریس سفتی المان خرپای دو بعدی
 - نحوه‌ی اعمال شرایط مرزی
۵. نکات مهم در مدل‌سازی اجزای محدود سازه‌ها
 - تعیین ابعاد مناسب مش بندی (Mesh study)
 - دسته‌بندی سازه‌ها (ورق، پوسته، تیر و ...)
 - تقارن در سازه‌ها و نحوه مدل‌سازی آنها
 - تقارن محوری
 - تقارن سیکلیک
 - تقارن آینه‌ای
۶. معرفی نرم‌افزارهای المان محدود و قابلیت‌های آنها
 - مدل‌سازی در نرم افزار Preprocessor
 - حل
 - نمایش نتایج Post processor

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با مبانی روش‌های عددی در حل مسایل بخصوص روش عددی اجزای محدود،
۲. آشنایی با نکات اساسی در شبکه‌بندی سازه‌ها و نحوه‌ی اعمال بارگذاری و قیود جهت حل عددی به روش اجزای محدود،
۳. آشنایی با نرم‌افزارهای معروف اجزای محدود و قابلیت‌های آنها،
۴. دستیابی دانشجویان به توانایی توسعه کدهای ابتدایی بر پایه‌ی روش حل اجزای محدود و
۵. کار با یک نرم‌افزار تجاری و انجام پروژه‌های مهندسی تحلیلی ابتدایی.

مراجع:

1. Huebner et al; *The Finite Element Method for Engineers*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2001.
2. Cook et al; *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*, 4th Edition, John Wiley & Sons, 2001.

طراحی سازه‌های هوایی، ۴۵۱۳۷

پیش‌نیاز: تحلیل سازه‌های هوافضایی (۴۵۱۳۶)

اهداف درس:

هدف این درس فهم نکات مهم طراحی، بارگذاری‌ها و تحلیل تکنیک‌هایی در ارتباط با سازه‌های سبک حمل و نقل هوایی مانند هواپیما و بالگرد و سازه‌های مربوط به فضا مانند پرتابگر و فضاپیما است. از آنجا که مطالب این درس برای طراحی و تحلیل سازه‌های با معیار حداقل وزن است. به راحتی می‌توان از آن‌ها برای سیستم‌های دیگر نیز استفاده کرد. این درس بر مبنای توانایی دانشجو در کاربرد اصول ریاضیات، مقاومت مواد و مکانیک سازه برای طراحی و تحلیل المان‌های سازه‌های هوایی، مونتاژ و سیستم‌ها شکل می‌گیرد.

برنامه درسی:

- | | |
|----------------------------------|--|
| ۱. معرفی | • اصول تحلیل تنش |
| • تاریخچه سازه‌های هوایی | • معیار خرابی برای بارگذاری ثابت و متغیر |
| • روند طراحی سامانه‌های هوافضایی | • خسارت ناشی از تجمع خستگی |
| • روند طراحی سازه | ۵. ناپایداری ساختاری |
| ۲. بارگذاری | • کمانش ستون‌ها |
| • نمودار V-n | • تنش کریپلینگ |
| • بارگذاری روی بال | • کمانش ورق تخت |
| • بارگذاری روی دم | • کمانش ورق تحت تقویت شده |
| • بارگذاری هنگام فرود | • کمانش پوسته استوانه‌ای |
| • بارگذاری بر بدنه | • کمانش پوسته استوانه‌ای تقویت شده |
| ۳. مواد | ۶. طراحی و تحلیل یک سازه هوایی نوعی |
| • خواص فیزیکی و مکانیکی مواد | • طراحی بال |
| • کاربرد مواد و روند انتخاب آن | • طراحی بدنه |
| ۴. تحلیل خرابی | • طراحی تیرها و ریب‌ها |

- طراحی مخزن فشار
- طراحی اتصال پرچ
- ۷. اتصالات سازه‌ای
- طراحی اتصال پیچ

دستاوردها:

دانشجویانی که با موفقیت این درس را به پایان برسانند، دستاوردهای زیر را خواهند یافت:

۱. آشنایی با سازه‌های هوایی،
۲. توانایی تحلیل بارگذاری سازه‌های هوافضایی،
۳. توانایی طراحی اولیه سازه‌های هوافضایی و
۴. توانایی طراحی اتصالات سازه‌های هوافضایی.

مراجع:

1. Niu, M.C.Y.; *Airframe Structural Design: Practical Design Information and Data on Aircraft Structures*, Conmilit Press Ltd, 1999.
2. Bruhn, E.F.; *Analysis & Design of Flight Vehicle Structures*, Jacobs & Associates Inc., 1973.
3. Niu, M.C.Y.; *Airframe Stress Analysis and Sizing*, Conmilit Press Ltd, 2001.
4. Megson, T.H.G.; *Aircraft structures for engineering students*, Edward Arnold, 1990.
5. Perry, D.J. and Azar, J.J.; *Aircraft Structures*, 2nd Edition, McGraw-Hill, 1982.
6. Lomax, T.L.; *Structural Loads Analysis for Commercial Transport Aircraft: Theory and Practice*, AIAA Education Series, 1996.

طراحی هواپیما ۲، ۴۵۱۱۸

پیش‌نیاز: طراحی هواپیما ۱ (۴۵۱۷۷)

اهداف درس:

این درس برای آشنایی دانشجویان با سیکل طراحی کلاس II تدوین شده است. در بخش اول این درس، دانشجویان بطور عمومی در خصوص مفاهیم مطالعات حساسیت پارامتریک در فرآیند طراحی هواپیما مطالبی می‌آموزند. سپس در خصوص طرح‌های پیشنهادی پیکربندی که برای تحلیل CFD و تست‌های تونل باد مناسب هستند، مطالبی ارائه می‌شود. بخش دوم این درس، به مبانی دیدگاه‌های اقتصادی در طراحی هواپیما شامل هزینه‌های وابسته به RDTE، تولید و عملکرد یک هواپیما اختصاص دارد و در انتها دانشجویان با چگونگی تکمیل یک سیکل طراحی کلاس II برای یک طرح اولیه/ مفهومی هواپیما آشنا می‌شوند.

برنامه درسی:

- | | |
|---|---|
| ۱. طراحی ابزارهای افزایش برآی کلاس I | • طراحی برای کم‌ترین سرعت قابل کنترل |
| • C_{Lmax} بال و نوع ایرفویل | ۳. محاسبه پسای قطبی |
| • محاسبه مساحت فلپ شده بال برای فلپ ساده | • محاسبه پسای بدنه |
| • محاسبه مساحت فلپ شده بال برای فلپ split | • محاسبه پسای بال |
| • محاسبه مساحت فلپ شده بال برای فلپ Fousl و slotted | • محاسبه پسای قسمت دم |
| • محاسبه مساحت فلپ شده بال برای بالانس | • تصحیح پسای مقطعی |
| ابزارهای لبه حمله | • محاسبه مجدد نقطه طراحی |
| ۲. طراحی قسمت دم هواپیما، کلاس I | • تکرار مجدد سیکل و تصحیح وزن و بالانس |
| • منحنی - X طولی | ۴. ساختار و طرح اولیه کابین/ اتاق خلبان |
| • منحنی - X عرضی | • مدل‌های مختلف بدن انسان |
| • منحنی - X سمتی | • نیازمندی‌های طراحی کابین/ اتاق خلبان |

- الگوی میدان مشاهده ایده‌آل
- محاسبه میدان مشاهده واقعی
- مبانی طراحی قسمت دم
- طراحی برای چرخش برخاست
- طراحی برای توانایی تراز طولی
- طراحی براساس کیفیت پاسخ دینامیکی
- طولی، عرضی، سمتی و استال
- طراحی براساس ملاحظات یک موتور خاموش
- ۵. ساختار و طرح اولیه بدنه هواپیما (کلاس II)
 - محاسبه طول کابین
 - ملزومات انتخاب و ملاحظات
 - آیرودینامیک بدنه
 - صندلی‌ها، راهروها، آشپزخانه و
 - دستشویی و ترتیب قرارگیری آن‌ها
 - نیازهای عملیاتی
 - ملاحظات جانمایی سیستم‌ها
- ۸. بارها و سازه هواپیما (کلاس II)
 - طبیعت بارهای وارد بر هواپیما
 - تکنیک‌های تخمین بارگذاری
 - مکانیزم‌های انتقال بار
 - جانمایی سازه‌ای
 - انتخاب مواد
 - سیکل طراحی و تحلیل سازه
 - تخمین وزن سازه
- ۶. ساختار و طرح اولیه بال هواپیما (کلاس II)
 - استراتژی‌های طراحی آیرودینامیکی بال
 - مطالعه بارگذاری بال (W/S)
 - مطالعه موقعیت بال
 - مطالعه زاویه عقب‌گرد باد
 - مطالعه زاویه هفتی بال
 - مطالعه زاویه نصب بال
 - مطالعه زاویه پیچش بال
 - مطالعه نسبت باریک‌شوندگی بال
 - مطالعه دهانه بال و نسبت منظری
 - مطالعه Winglet
- ۹. تراست نصب شده
 - تخمین مصرف انرژی سیستم‌ها
 - روش‌های محاسبه تراست موجود برای
 - هواپیماهای با موتورهای پیستونی
 - روش‌های محاسبه تراست موجود برای
 - هواپیماهای جت
- ترسیم Carpet Plot و حساسیت
- سنجی
- ۱۰. شبیه‌سازی غیرخطی، تحلیل نهایی عملکرد و ارزیابی مجدد ماموریت هواپیما
- ۷. ساختار و طرح نهایی قسمت دم هواپیما (کلاس II)
 - تحلیل هزینه‌های طراحی و ساخت هواپیما
 - مبانی مدیریت تیم طراحی

- عوامل یا عناصر هزینه در یک پروژه
- تخمین هزینه متناسب برای فاز عملیات هواپیما
- تخمین هزینه متناسب با فاز RDTE
- تخمین هزینه متناسب برای فاز تولید

دستاوردها:

دانشجویانی که با موفقیت این درس را به پایان برسانند دستاوردهای زیر را خواهند یافت:

۱. فهم فرآیند عمومی طراحی هواپیما،
۲. استفاده موثر از اصول تحلیل تجاری در فرآیند طراحی هواپیما،
۳. انتخاب موثر پارامترهای طراحی پیکربندی یک هواپیما،
۴. فهم فرآیند مدیریت پروژه هواپیما و
۵. فهم مبانی هزینه سیکل عمر هواپیما.

مراجع:

1. Roskam, J.; *Airplane Design*, Part I to IIIV, Dar- Corporation, USA, 1995.
2. Torenbeek, E.; *Synthesis of Subsonic Airplane Design*, Delft University Press, 1982.
3. Nicolai, L.M.; *Fundamentals of Aircraft and Airship Design*, AIAA Education Series, 2010.
4. Raymer, D.P.: *Aircraft Design: A Conceptual Approach*, 5th Edition, AIAA Education Series, 2012.

طراحی موتورهای توربینی هوایی، ۴۵۴۳۱

پیش‌نیاز: مکانیک سیالات ۱ (۴۵۱۲۴) و ترمودینامیک ۱ (۴۵۱۳۴)

اهداف درس:

این درس با هدف آموزش سیکل طراحی موتورهای توربینی هوایی در شرایط نقطه طراحی و خارج نقطه طراحی به دانشجویان، طراحی شده‌است. پس از آشنایی با مطالب اولیه، سیکل طراحی با بررسی مأموریت موتور و حساسیت‌سنجی و بررسی پارامتریک آن ادامه می‌یابد. سپس با متمرکز شدن درس در هر یک از قسمت‌های موتور به‌ویژه کمپرسور، توربین و محفظه احتراق تلاش می‌شود طراحی قسمت مورد توجه موتور بررسی شود.

برنامه درسی:

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| ۱. چرخه‌ها | ۴. کمپرسور جریان محوری |
| • تفاوت چرخه‌های حقیقی و ایده‌آل | • مبانی: مقدمه، نامگذاری تیغه و |
| ژول | آبشار، تئوری ایرفویل ابتدایی، |
| • ایجاد پیشرانس و قدرت | پارامترهای حالت، جنس تیغه‌ی |
| • معیارهای کیفی | کمپرسور، پیشرفت‌های اخیر و روند |
| | طراحی |
| ۲. آنالیز مأموریت | • طراحی: طراحی خط وسط، طراحی |
| • الزامات عمومی | تعادل شعاعی، طراحی انحنای خط |
| • طراحی تک نقطه‌ای | جریان، روش‌های طراحی (مفهومی، |
| • طراحی چند نقطه‌ای | مقدماتی، دقیق)، طراحی حالت گذار |
| | کمپرسور |
| ۳. طراحی عملیات | • عملکرد: نقشه‌ی عملکرد، اتلاف |
| • توربوجت | عملکرد، ثبات آیرودینامیکی (استال، |
| • ژنراتور گازی | استال چرخشی، موج، لرزیدن) |
| • فن | |
| • توربین فشار ضعیف | ۵. احتراق |

- اصول احتراق
- مناطق احتراق (اولیه، ثانویه، رقیق)
- تنظیمات محفظه احتراق
- تکنولوژی‌های احتراق (Lean Pre-Mixed, Rich-Burn/Quick-Mix/Lean-Burn, Trapped Vortex)
- ۷. اتصال کمپرسور و توربین
- ۸. استارت موتورهای توربین گازی
- فرآیند استارت و نیازهای آن
- ۹. طراحی موتور فرعی
- ۶. توربین جریان محوری
- مبانی: مقدمه، نامگذاری تیغه و آبشار، پارامترهای حالت، آیرودینامیک تیغه
- طراحی خنک‌کننده: مقدمه، روش‌های طراحی خنک‌کننده
- انواع و اندازه‌گیری و ابزار دقیق
- تست عملکرد موتور (حالت پایا و گذار)
- آنالیز اطلاعات تست

دستاوردها:

دانشجویانی که با موفقیت این درس را به پایان برسانند، علاوه بر فهم فرآیند عمومی طراحی موتور توربینی هوایی، با عوامل موثر بر طراحی هر یک از اجزای موتورهای توربینی آشنا خواهند شد.

مراجع:

1. Mattingly, J.D.; *Elements of Gas Turbine Propulsion*, 1st Edition, McGraw-Hill, 1996.
2. Fletcher, P. and Walsh, P.P.; *Gas Turbine Performance*, John Wiley & Sons, 2004.
3. Mattingly, J.D., Heiser, W.H., and Daley, D.H.; *Aircraft Engine Design*, AIAA Education Series, 1987.
4. Oates, G.C.; *Aerothermodynamics of Aircraft Engine Components*, AIAA Education Series, 1985.
5. Kerrebrock, J.L.; *Aircraft Engines and Gas Turbines*, 2nd Edition, MIT Press, 1992.

طراحی مقدماتی موشک، ۴۵۴۲۵

اهداف درس:

در این درس مفاهیم کلیدی و رویه‌های متداول در طراحی موشک و فرآیند مهندسی سیستم آن مطرح خواهد شد. در این راستا طرح‌نمای فرآیند طراحی موشک، زیر سیستم‌ها، اصول جانمایی و نحوه یکپارچه‌سازی سامانه، ویژگی‌های منحصربه‌فرد موشک‌ها، پارامترهای آیرودینامیکی موثر در طراحی معماری و عملکرد، ملاحظات طراحی سیستم پیشران، سازه، هدایت و ناوبری، سیستم کنترل و سرومکانیزم‌ها و فرآیند طراحی مفهومی سیکلی-ترکیبی و نحوه ارضا و برقراری الزامات ماموریت مطالبی ارائه خواهد شد. همچنین مباحثی در ارتباط با سیستم‌های فرمان، کنترل، ارتباطات، کامپیوتر پرواز و فرآیند تست و ارزیابی ارائه خواهد شد.

برنامه درسی:

۱. مقدمه و تاریخچه
 - تقسیم‌بندی سیستم‌های موشکی به
 - لحاظ ماموریت و هندسه
 - تعریف ماموریت (MNS)
 - نیاز مشتری (RFP)
 - امکان‌سنجی و تعریف فازهای طراحی
۲. طراحی سیستمی موشک
 - روش آماری
 - انتخاب سیستم مبنا
 - اجزای موشک و ساختار آن
 - تخمین جرم و اینرسی
 - ابعاد زیرسیستم‌ها
 - جانمایی‌ها
 - سیکل طراحی و توابع ارزیابی
 - ملاحظات طراحی مسیر پرواز و مانور
۳. دینامیک پرواز
 - معادلات حرکت و مدل‌های ساده‌شده
 - توابع تبدیل کانال‌های فراز، سمت و
 - چرخ موشک
 - شبیه‌سازی دو، سه و شش‌درجه آزادی
 - ملاحظات پایداری استاتیکی و دینامیکی
 - و تاثیر آن در طراحی معماری
۴. طراحی آیرودینامیکی
 - ملاحظات طراحی آیرودینامیکی
 - بارهای آیرودینامیکی
 - ویژگی‌های آیرودینامیکی اجزای سازه‌ای موشک
 - محاسبات عملکردی
 - مباحث پایداری و کنترل حول سه محور

- طراحی سطوح کنترلی
- دستگاه‌های مختصات
- ۵. ملاحظات سیستم پیشران‌ش
 - دسته‌بندی سیستم‌های پیشران‌ش
 - تعاریف و مفاهیم پایه
 - تئوری نازل و روابط ترمودینامیکی
 - ضربه ویژه و ارتباط آن با سیستم‌های پیشران‌ش
 - آنالیز عملکرد سوخت‌های شیمیایی
 - مبانی موتورهای سوخت مایع (احتراق، اجزا، متعلقات و تست‌های مرتبط)
 - مبانی موتورهای سوخت‌های جامد (احتراق، اجزا و متعلقات و تست‌های مرتبط)
 - ملاحظات انتخاب سیستم پیشران‌ش
 - موتورهای هیبرید
- ۶. ملاحظات طراحی سازه
 - انواع سازه‌های موشکی
 - اجزای سازه موشک
 - سیستم‌های جدایش
 - طراحی سیستمی سازه موشک
 - پایداری آیرودلاستیک و مواد
- ۷. سیستم‌های هدایت و ناوبری
- ۸. سیستم کنترل و سرومکانیزم
 - کنترل آیرودینامیکی
 - کنترل بردار تراست
 - انواع سرومکانیزم‌ها
 - روش و معیارهای طراحی سیستم کنترل و اتوپیلوت
 - ۹. عملکرد موشک
 - منابع خطای سیستمی
 - آنالیز بودجه خطاها
 - تعاریف و نحوه تعیین احتمال اصابت
 - ناحیه انهدام و بازنگری طراحی
 - ۱۰. فرآیند ساخت و تولید
 - اطمینان از محصول
 - استانداردها
 - مراحل تست و ارزیابی موشک و زیرسیستم‌ها
 - تست‌های سخت‌افزار در حلقه
 - تست‌های جامع میدانی و پروازی

دستاوردها:

دانشجویانی که با موفقیت این درس را به پایان برسانند دستاوردهای زیر را خواهند یافت:

۱. آشنایی با فرآیند طراحی سیستمی موشک به روش آماری،
۲. بررسی معادلات پرواز موشک و شبیه‌سازی پرواز و
۳. بررسی سیستم‌های پیش‌ران، هدایت، کنترل و ناوبری موشک‌ها.

مراجع:

1. Fleeman, E.L.; *Tactical Missile Design*, AIAA, 2001.
2. Grayson, M.; *Principles of Guided Missile Design*, VAN NOSTRAND, 1956.
3. Siouris, G.M.; *Missile Guidance and Control Systems*, Springer, 2004.
4. Sutton, G.P.; *Rocket Propulsion Elements*, John Wiley & Sons, 7th Edition, 2010.
5. Nielson, J.N.; *Missile Aerodynamics*, 1st Edition, AIAA, 1988.
6. Chin, S.S.; *Missile Configuration Design*, McGraw-Hill, 1961.

مواد مرکب، ۴۵۴۰۱

پیش‌نیاز: مقاومت مصالح ۱ (۴۵۱۳۳)

اهداف درس:

درس مواد مرکب از دروس تخصصی اختیاری دوره کارشناسی مهندسی هوافضا است. این درس را می‌توان به دو بخش «آشنایی با مواد مرکب» و «مکانیک مواد مرکب» تقسیم نمود. در بخش اول دانشجویان با مواد مرکب، انواع آن، اجزای تشکیل‌دهنده آن و همچنین روش‌های ساخت آن‌ها آشنا می‌شوند. در بخش دوم نیز اصول تحلیل مکانیکی مواد مرکب مطالعه می‌شود.

برنامه درسی:

۱. آشنایی با مواد مرکب
 - مقدمات
 - تاریخچه مواد مرکب
 - تعریف مواد مرکب
 - اجزای اصلی مواد مرکب
 - استفاده از الیاف در مواد مرکب
 - مزایای استفاده از مواد مرکب
 - معایب استفاده از مواد مرکب
 - عوامل موثر در کارایی مواد مرکب
 - موارد استفاده از مواد مرکب در صنایع مختلف
۲. تقویت‌کننده (Fiber)
 - دلایل استفاده از الیاف در مواد مرکب
۳. زمینه (Matrix) و دیگر اجزای مواد مرکب
 - الیاف شیشه Glass Fiber (روش ساخت، خواص و کاربردها، مزایا و معایب)
 - الیاف برن (Boron Fiber) (روش ساخت، خواص و کاربردها، مزایا و معایب)
 - الیاف ساخته شده از مواد آلی (Organic Fibers) مانند آرامیدها (Kevlar) (روش ساخت، خواص و کاربردها، مزایا و معایب)
 - الیاف کربن (روش ساخت، خواص و کاربردها، مزایا و معایب)
 - الیاف سرامیکی
- پیدایش Anisotropy
- روش تولید الیاف (Spinning)

- انواع مواد زمینه (پلیمرها، فلزات،
- شریای Plain Stress و روابط
- سرامیک‌ها، مزایا و معایب هر یک)
- تنش-کرنش
- Gel Coats
- Reduced Stiffness Matrix
- Additives and Fillers
- Reduced Compliance Matrix
- Modifiers
- روابط تنش-کرنش در دستگاه
- مختصات Global
- ۴. روش‌های ساخت مواد مرکب
- روش لایه چینی دستی (Hand Lay-Up)
- Transformed Reduced Stiffnesses
- استفاده از اسپری (Spray-Up)
- Transformed Reduced Compliances
- روش Pultrusion
- خواص مهندسی در دستگاه
- مختصات Global
- روش Filament Winding
- Classical Lamination Theory
- استفاده از Sheet Molding Compounds
- فرضیه کیرشهف، کرنش در مواد
- مرکب لایه‌ای
- روش Compression Molding
- ۶. تنش در مواد مرکب لایه‌ای
- بقیه روش‌های تولید و مزایا و معایب هر یک
- Force and Moment Resultants
- ۵. مکانیک مواد مرکب
- Laminate Stiffness Matrix
- Micromechanics و
- خواص مهندسی موثر مواد مرکب
- Macromechanics
- لایه‌ای
- تنش و کرنش در مواد مرکب تقویت شده با الیاف
- تئوری شکست مواد مرکب (تنش بیشینه و Tsai-Wu)
- ماتریس‌های Stiffness و Compliance
- اثر حرارت و رطوبت

دستاوردها:

این درس علاوه بر آشناکردن دانشجویان با مقدمات و مفاهیم اولیه مواد مرکب، آن‌ها را با اصول مکانیک مواد مرکب نیز آشنا می‌نماید و در انتها دانشجویان قادر به تحلیل مکانیکی مسایل ساده در سازه‌های ساخته‌شده از مواد مرکب خواهند بود.

مراجع:

1. Hyer, M.W.; *Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Materials*, 1st Edition, McGraw-Hill, 1998.



آیرودینامیک هلیکوپتر، ۴۵۴۰۲

پیش‌نیاز: آیرودینامیک ۱ (۴۵۱۱۵)

اهداف درس:

هدف این درس فراهم نمودن بستری برای درک تئوری آیرودینامیک بالگرد و همچنین مفاهیم پایه‌ای عملکرد و دینامیک محور چرخان است. دانشجو باید برای فهم این درس از قبل مفاهیم اولیه دروس آیرودینامیک و دینامیک را فراگرفته و به آن‌ها تسلط داشته باشد.

برنامه درسی:

۱. معرفی پرنده‌های با بال چرخان
 - تاریخچه‌ای در مورد پرواز با بالگرد
 - مشخصات اساسی یک بالگرد
 - پیکربندی بالگرد
 - روش‌های کنترل بالگرد
 - مشخصات پروازی بالگرد
۲. معرفی تئوری معلق بودن
 - ملاحظات تکانه‌ای
 - قدرت و پیشران‌ش محور چرخان
 - فرم محور چرخان مریت (FM)
 - مشخصات پره
 - عامل پسای برشی بر FM
 - پیچیدگی احیای محور حقیقی
۳. عملکرد معلق بودن و پرواز محوری
 - تئوری تکانه برخاست
 - تئوری تکانه نشست
 - حالت جریان در محور چرخان
- ترکیب اساس پره/تئوری تکانه (BEMT)
 - پیچش پره در حالت ایده‌آل
 - بهینه‌سازی محور چرخان معلق
 - تصحیح تراکم‌پذیری
 - استحکام وزنی
 - اثرات از دست‌دادن نقطه اثر
 - اثر پیچش و مخروطی بودن پره
۴. چرخش خودکار در نشست عمودی
 - تعادل انرژی در چرخش خودکار
 - نیروی وارد بر المان پره در چرخش خودکار
 - نمودار چرخش خودکار
 - کارآمدترین زاویه حمله در چرخش خودکار
 - پسای محور در نشست عمودی
 - نمودار ارتفاع/سرعت (HV)
 - شاخص چرخش خودکار

- ۵. حرکت تیغه دوار
- انواع محور
- تعادل تیغه لولاشده
- معادلات حرکت برای تیغه بالزن
- شرح فیزیکی زدن تیغه
- اثرات کوریولیس
- بالزدن تیغه و Swashplate
- مروری بر محورهای مرجع محور چرخان
- ۷. عملکرد پرواز روبه جلو
- معادله عملکرد پایه
- عملکرد برخاست
- برد و مدت پرواز
- سرعت بهینه
- حداکثر سطح سرعت
- مروری دوباره بر چرخش خودکار
- تاثیر زمین
- ۶. آیرودینامیک پرواز روبه جلو
- زاویه حمله‌ی محور چرخان
- چرخش ناشی از سرعت
- معادلات پرواز برای تیغه بالزن

دستاوردها:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت به پایان می‌رسانند، قادر به درک نکات زیر خواهند بود:
۱. می‌توانند دانسته‌های ریاضیاتی، علمی و مهندسی را در زمینه بالگرد به کار ببرند،
 ۲. دانش آیرودینامیک، عملیات و عملکرد آن‌ها در مورد بالگرد افزایش می‌یابد،
 ۳. می‌توانند از دانش خود برای طراحی یک سیستم، فرآیند و یا جزئی از آن به وسیله توسعه مدل ریاضی بالگرد استفاده کنند و
 ۴. معرفی مفاهیم پیشرفته که موجب می‌شود دانشجو به ادبیات فنی عملکرد، پرواز و کنترل بالگرد آشنایی یابد.

مراجع:

1. Leishman, G.J.; *Principles of Helicopter Aerodynamics*, Cambridge Aerospace Series, 2000.
2. Johnson, W. ; *Helicopter Theory*, Dover Publications, 1980.

3. Stepniewski and Keys; *Rotary Wing Aerodynamics*, Dover Publications, 1984.
4. Gessow and Myers; *Aerodynamics of the Helicopter*, Ungar Pub. Co., 1985.
5. Seddon; *Basic Helicopter Aerodynamics*, Blackwell Science, 1990.
6. Prouty; *Helicopter Performance, Stability and Control*, PWS Engineering, 1990.
7. Newman; *The Foundations of Helicopter Flight*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 1994.



آیرودینامیک تجربی، ۴۵۴۰۳

پیش‌نیاز: آیرودینامیک ۱ (۴۵۱۱۵)

اهداف درس:

هدف این درس آشناکردن دانشجویان با انواع تونل‌های باد، نحوه طراحی آن‌ها و ابزارهایی است که در تونل‌های باد به کار می‌روند. همچنین در این درس دانشجویان نحوه تصحیح داده‌های آیرودینامیکی، تحلیل داده‌ها و ... را فراخواهند گرفت.

برنامه درسی:

۱. مقدمه

۲. انواع تونل‌های باد

۳. طراحی تونل باد مادون صوت

۴. تحلیل داده‌ها و سیگنال‌ها

۵. تصحیحات مرتبط با خطای دیواره

۶. آزمایشات تجربی

- کالیبراسیون سیم داغ
- کالیبراسیون تونل باد
- اندازه‌گیری دنباله جریان با استفاده از سیم داغ و لوله پیتوت
- اندازه‌گیری فشار و نیرو
- اندازه‌گیری لایه مرزی

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای مختلف در تونل باد،

۲. آنالیز اطلاعات به دست آمده،
۳. تطابق اطلاعات با نتایج واقعی و
۴. بررسی خطاها و اصلاح نتایج تونل.

مراجع:

1. Rae, W., and Pope, A.; *Low Speed Wind Tunnel Testing*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1984.
2. Pope, A. and Goin, K.; *High Speed Wind Tunnel Testing*, 1st Edition, John Wiley & Sons, 1965.
3. Gorlin, S.; *Wind Tunnel and Their Instrumentations*, Israel Program for Scientific Translations, 1st Edition, 1966.
4. Goldstein, R.; *Fluid Mechanics Measurements*, 1st Edition, Hemisphere Pub., 1983.
5. Holman, J.; *Experimental Methods for Engineers*, 5th Edition, McGraw-Hill, 1989.
6. Julius, S. and Bendat, G.; *Random Data: Analysis and Measurement Procedure*, 2nd Edition, John Wiley & Sons, 1986.

جریان لزج، ۴۵۴۲۴

پیش‌نیاز: مکانیک سیالات ۱ (۴۵۱۲۴)

اهداف درس:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با مفاهیم و فیزیک جریان‌های لزج تراکم‌ناپذیر است. در این درس ضمن آشنایی با معادلات و روابط حاکم بر این نوع جریان‌ها، روش‌های تحلیل، مدل‌سازی بر اساس فرضیات و حل دقیق برخی مسائل ساده فراگرفته می‌شود. همچنین، ویژگی‌های لایه مرزی در جریان آرام و آشسته بررسی می‌شوند.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - تولید گردابه در دیواره‌ی ثابت و متحرک
 - تجزیه گردابه
 - ۳. معادلات حاکم
 - معادلات جرم و اندازه حرکت خطی در دستگاه کارتزین
 - اثبات معادلات حاکم بر سیال نیوتنی
 - شکل‌های مختلف معادلات ناویر-استوکس
 - معادلات ناویر-استوکس در دستگاه‌های مختصات گوناگون
 - دسته‌بندی جریان‌ها (تراکم‌پذیر، تراکم‌ناپذیر، لزج، غیر لزج و ...)
 - شرایط مرزی
۲. سینماتیک
 - مسیر ذرات، خط مسیر لحظه‌ای و خط گسترده
 - توصیف اویلری و لاگرانژی
 - مشتق مادی
 - نرخ چرخش و کرنش
 - تعریف گردابه و گردش
 - معادلات گردابه
 - توابع معادلات جریان گردابه
۴. مقدمه راه‌حل‌های تحلیلی
 - جریان Couette

- جریان Poiseuille
- روش Thwaites'
- مسئله‌های استوکس و مسائل دیگر
- حل از طریق تشابه
- حل تشابهی Falkner-Skan
- ۵. لایه مرزی آرام
- مقدمه
- ۶. مقدمه‌ای بر آشفتگی
- معادله لایه مرزی برای صفحه تخت:
- حل بلازیوس
- روش تقریب Von Karman
- لایه مرزی آشفتگی (لایه زیرین و لایه میانی)
- Pohlhausen

دستاوردها:

پس از گذراندن این درس، دانشجو با ساده‌سازی جریان‌های پیچیده، می‌تواند فهم عمیقی نسبت به جریان‌های لزج (مثل لایه مرزی) در حالت‌های آرام و آشفتگی پیدا کند.

مراجع:

1. White, F.; *Viscous Fluid Flow*, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2005.
2. Schlichting, H. and Gersten, K.; *Boundary Layer Theory*, 8th Edition, Springer, 2000.
3. Kundu, P.K., Cohen, I.M. and Dowling, D.R; *Fluid Mechanics*, 5th Edition, Academic Press, 2011.

سوخت و احتراق، ۴۵۴۰۹

پیش‌نیاز: ترمودینامیک ۲ (۴۵۱۲۵)

اهداف درس:

اکثر سیستم‌های پیش‌رانش هوافضایی از فرایند احتراق سوخت‌های هیدروکربنی استفاده می‌کنند و دانش احتراق و مشخصات سوخت‌های رایج برای طراحی سیستم‌های مذکور الزامی است. در فرایند احتراق، پدیده‌های مختلفی مانند جریان آشفته سیالات چند فاز، انتقال حرارت و جرم اجزای شیمیایی و نهایتاً فعل و انفعالات سریع شیمیایی و آزاد سازی انرژی حرارتی حضور دارند. هدف این درس آشنایی دانشجویان با اصول حاکم و مدل‌سازی جریان محلول‌های چند جزئی و فعل و انفعالات شیمیایی است که منجر به آزادسازی انرژی حرارتی می‌شوند. در این درس پس از ارائه فیزیک و معادلات حاکم بر فرایند احتراق، راکتورهای ساده که برای طراحی و مدل‌سازی محفظه احتراق سیستم‌های پیش‌رانش استفاده می‌شوند؛ توضیح داده می‌شوند. نهایتاً ساختار شعله‌های مختلف در مشعل‌های رایج تشریح می‌شوند.

برنامه درسی:

۱. اصول ترمودینامیک حاکم بر محلول‌های چند جزئی
۲. ترمودینامیک حاکم بر محلول‌های در حالت تعادل شیمیایی
۳. فرایند و نرخ پیشرفت فعل و انفعالات شیمیایی برای محلول اکسنده (هوا) و سوخت‌های مختلف (هیدروژن و هیدروکربن‌ها)
۴. راکتورهای ساده برای بررسی سینتیک احتراق
۵. معادلات حاکم بر جریان‌های محترقه
۶. احتراق قطرات سوخت مایع و شعله‌های نفوذی
۷. ساختار شعله‌های پیش آمیخته
۸. معرفی شعله‌های آشفته و نحوه مدل‌سازی آن‌ها

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی مناسب با اصول فیزیکی پدیده احتراق،
۲. کسب دانش و تسلط بر معادلات حاکم و مدل سازی در جریان های محترقه و
۳. تجزیه، تحلیل و طراحی محفظه احتراق سیستم های پیشرانش با تکیه بر دو مورد بالا.

مراجع:

1. Turns, S.R.; *An Introduction to Combustion*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, 2012.
2. Kuo, K.K.; *Principles of Combustion*, John Wiley & Sons, 1986.
3. Glassman, I.; *Combustion*, Academic, 1977.
4. Strehlow, W.; *Combustion Fundamentals*, Springer, 1998.
5. Willams, F.A.; *Combustion Theory*, Addison-Wesley, 1965.

اصول راکت‌ها، ۴۵۴۱۰

پیش‌نیاز: اصول پیشران‌ها (۴۵۱۱۷)

اهداف درس:

راکت‌ها سیستم‌های پیشران‌های هستند که ماده پیشران را بر خلاف موتورهای هوانرفسی با خود حمل می‌کنند. منابع انرژی این موتورها نیز دارای تنوع بوده و می‌توانند شیمیایی، هسته‌ای، الکتریکی و حتی خورشیدی باشند. در این درس ضمن آشنایی با مفاهیم اولیه راکت، به انواع راکت‌ها اشاره خواهد شد. مشخصات عملکردی پیشران‌های راکتی فضایی و غیر فضایی اعم از برد، توزیع وزن، مسیر حرکت و مفاهیم مرتبط با مرحله‌بندی حامل‌های راکتی معرفی خواهند شد. در ادامه به راکت‌های شیمیایی به صورت ویژه پرداخته خواهد شد و انواع راکت سوخت مایع و جامد شناسایی خواهند شد. مباحث مرتبط با فرآیند احتراق در محفظه و انبساط تعادلی و غیر تعادلی در نازل‌ها و انتقال حرارت نیز بررسی خواهد شد.

برنامه درسی:

۱. معرفی
 - مفاهیم کلی
 - انواع راکت‌ها
۲. عملکرد حامل راکتی
 - عملکرد استاتیکی
 - سرعت حامل
 - راکت‌های شیمیایی
 - راکت‌های الکتریکی
 - ماموریت‌های فضایی
۳. محفظه پیشران راکت شیمیایی
 - پارامترهای عملکردی
 - نازل‌ها
 - انتقال حرارت در محفظه و نازل
۴. نیروی محرکه راکت شیمیایی: احتراق و انبساط
 - سوخت‌های مایع
 - احتراق تعادلی در محفظه
 - انبساط تعادلی و غیر تعادلی در نازل
 - محفظه احتراق راکت‌های سوخت مایع
 - سوخت‌های جامد
 - محفظه‌های احتراق سوخت جامد
۵. پیشران راکت الکتریکی
 - تراسترهای الکترواستاتیک
 - تراسترهای الکتروترمال
 - تراسترهای الکترومگنتیک

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با سیستم‌های پیش‌رانش راکتی،
۲. تحلیل عملکردی حامل‌های راکتی،
۳. آشنایی با راکت‌های سوخت مایع و جامد،
۴. آشنایی با سوخت‌های مایع و جامد،
۵. آشنایی با فرآیندهای فیزیکی حاکم بر محفظه و نازل راکت‌های شیمیایی،
۶. آشنایی با نازل‌های راکتی و
۷. آشنایی با تراسترهای الکتریکی.

مراجع:

1. Hill, P.G. and Peterson, C.R.; *Mechanics and Thermodynamics of Propulsion*, 2nd Edition, Addison-Wesley, 1992.
2. Sutton, G.P. and Biblarz, O.; *Rocket Propulsion Elements*, 7th Edition, John Wiley & Sons, 2000.
۳. اصلانی، یعقوب؛ *راکت‌ها و موشک‌های استراتژیک جهان*، انتشارات عقیدتی سیاسی نیروی هوایی ارتش، ۱۳۷۷.

اجزای دقیق ۱، ۴۵۴۱۶

اهداف درس:

هدف از این درس آشنا کردن دانشجویان با سنسورهای اینرسی و عملکردشان، تحلیل این سنسورها و کاربردهای آن در سیستم‌های هدایت و کنترل است. در این درس سنسورهایی مانند شتاب‌سنج‌ها، ژيروسکوپ‌های نرخی و آزاد و همچنین سیستم‌هایی مانند ژيروسکوپ ورتیکال و دایرکشنال و compass بررسی می‌شوند.

برنامه درسی:

۱. تاریخچه و مقدمه
 - تعریف سنسورهای اینرسی و غیر اینرسی
 - تاریخچه سنسورهای اینرسی
 - پارامترهای فیزیکی قابل اندازه‌گیری
 - توسط سنسورهای اینرسی
 - نقش سنسورهای اینرسی در هدایت، کنترل و ناوبری
 - چند سنسور غیر اینرسی
۲. دوران و مفهوم آن
 - جسم صلب و دستگاه مختصات
 - تصویر بردار، ضرب داخلی و ضرب خارجی
 - دوران و مفهوم آن
 - دوران‌های متوالی و ماتریس تبدیل
 - بردار دوران
۳. دینامیک جسم صلب
 - دستگاه مختصات چرخان
 - سرعت و شتاب نقاط جسم صلب
 - حرکت انتقالی جسم صلب
 - حرکت دورانی جسم صلب
 - ممان‌های اینرسی جسم صلب
 - شکل‌های مختلف معادلات اوایلر
 - انرژی جنبشی جسم صلب
 - معادلات حرکت یک فرفره
 - شبیه‌سازی و خطی‌سازی حرکت فرفره و تحلیل آن
۴. شتاب‌سنج‌ها
 - تحلیل دینامیک جرم و فنر در یک جسم پرنده
 - شتاب‌سنج پاندولی و اجزای آن

- معادلات دینامیکی پاندول در حضور
- طراحی سیستم کنترل برای ژيروسکوپ
- شتاب و سرعت زاویه‌ای
- نرخی و از بین بردن خطای ماندگار
- خطی‌سازی معادلات و بررسی رفتار آن
- طراحی سیستم کنترل برای شتاب‌سنج
- از بین بردن حساسیت نسبت به سرعت
- زاویه‌ای در راستای غیر ورودی
- در فضای فرکانس
- پدیده ساگناک
- طراحی سیستم کنترل در فضای حالت
- ژيروسکوپ فیبر نوری و RLG
- از بین بردن خطای ماندگار و حساسیت
- ژيروسکوپ‌های نوری حلقه بسته
- نسبت به شتاب در راستاهای دیگر
- ژيروسکوپ‌های نرخی ارتعاشی
- مدل‌سازی خطاها و کالیبراسیون
- ژيروسکوپ تیون‌شده دینامیکی
- شتاب‌سنج
- ژيروسکوپ‌های MEMS
- مدل‌سازی خطاها و کالیبراسیون
- ۵. ژيروسکوپ آزاد
- اجزای ژيروسکوپ آزاد و وظایفشان
- ۷. ژيروسکوپ ورتیکال
- المان ژيروسکوپی و تحلیل دینامیک آن
- ژيروسکوپ دو درجه آزادی ساکن
- حرکت نیوتیشن ژيروسکوپ آزاد و
- تحلیل رفتار آن
- مدل‌سازی ژيروسکوپ دو درجه آزادی با
- بدنه متحرک
- اندازه‌گیری وضعیت با دو ژيروسکوپ آزاد
- نمایش چرخش زمین با استفاده از
- ژيروسکوپ آزاد
- ۸. ژيروسکوپ دایرکشنال
- ۶. ژيروسکوپ نرخی
- اصول عملکرد سنسورهای مغناطیسی
- نحوه کار و اجزای ژيروسکوپ نرخی
- پیداکردن شمال مغناطیسی
- مکانیکی
- مدل‌سازی دینامیکی ژيروسکوپ
- دایرکشنال
- مدل‌سازی دینامیکی ژيروسکوپ نرخی

- طراحی سیستم کنترل برای ژيروسکوپ
- مدل سازی دینامیک ژيروسکوپ کامپس
- دایرکشنال
- خطاهای ناشی از سرعت و شتاب
- ژيروسکوپ دایرکشنال چسبیده به بدنه
- ژيروسکوپ کامپس دریایی
- خطای ناشی از حرکت ژيروسکوپ
- ۹. ژيروسکوپ کامپس
- سرعت زاویه ای زمین در محل
- ژيروسکوپ

دستاوردها:

بعد از اتمام این درس دانشجویان قادر به استفاده از این سنسورها در بخش های مختلف سیستم های هدایت و کنترل خواهند بود. همچنین می توانند انواع سنسورها را تحلیل نموده و خطاهای آنها را مطالعه کنند و در صورت قابل جبران بودن خطا، خطاهای فوق را بعد از کالیبراسیون سنسور جبران نمایند. توانایی دیگری که دانشجویان در این درس به دست می آورند، تجزیه و تحلیل سیستم های ژيروسکوپی پیچیده مانند جستجوگرها، صفحات پایدار و ... است.

مراجع:

1. Savet, P.H.; *Gyroscope: Theory and design*, 1st Edition, McGraw-Hill Book Company Inc., 1961.
2. Merhav, S.; *Aerospace Sensor Systems and Applications*, Springer, 1996.
3. Lawrence, A.; *Modern Inertial Technology, Navigation, Guidance, and Control*, 2nd Edition, Springer, 1998.
4. Scarborough, J.B.; *The Gyroscope, Theory and Applications*, Cambridge, 1957.
5. Baruh, H.; *Analytical Dynamics*, McGraw-Hill Book Company Inc., 1999.

اویونیک، ۴۵۴۱۹

اهداف درس:

هدف این درس آشنایی دانشجویان با انواع تجهیزات الکتریکی هواپیما و تجهیزاتی است که برای جهت‌یابی و ردیابی هواپیماها استفاده می‌شوند. همچنین در این درس مباحثی پیرامون پدیده‌های هواشناسی ارائه می‌شود. در انتها نیز سیستم‌های اویونیک یکی از هواپیماهای پرفروش دنیا بررسی می‌شود.

برنامه درسی:

۱. تاریخچه اویونیک
 - رادارها
 - تاریخچه سیستم‌های ناوبری
 - تاریخچه سیمولاتور
۲. آشنایی با اصول موقعیت‌یابی و ناوبری
 - Dead Reckoning
 - Position Fixing
۳. آشنایی کلی با سیستم‌های برق، الکتریک، مخابرات و ناوبری و تفکیک
 - سیستم برق
 - مخابرات
 - ناوبری رادیویی
۴. حوزه هر یک از سیستم‌های برق، الکتریک، مخابرات و ناوبری در کلاس‌های مختلف
 - رادارهای اولیه و ثانویه و فرستنده‌های مربوطه (غیر نظامی) و مسائل مربوط به Terminal- Approach- Enroute
۵. ویژگی‌های سیستم‌های رادیویی
 - انتشار امواج
 - آنتن و ضریب تقویت
۶. سیستم‌های ناوبری رادیویی و اینرشیال (CRS-GS-ILS-DME)
 - INS
 - VOR
 - DME
 - ADF
 - ILS (GS, CRS)
۷. رادارهای اولیه و ثانویه و فرستنده‌های مربوطه (غیر نظامی) و مسائل مربوط به Terminal- Approach- Enroute
۸. سیستم‌های برقی مربوط به پیش‌رانه

۹. نمایشگرهای PDF، ND و MFD (جزئیات) و نحوه ارائه اطلاعات)
۲۱. ارائه تجارب و پرسش و پاسخ‌های علمی و عملی
۱۰. رادار هواشناسی و سیستم تشخیص رعد و برق
۲۲. طراحی سیستم‌های ایونیک برای هواپیماهای نظامی و غیرنظامی و پارامترهای تعیین‌کننده و نوع مأموریت
۱۱. تخلیه الکتریسیته ساکن و روش‌های آن
۲۳. کارگاه عملی انجام پروازهای آموزشی در سیمولاتور برای آشنایی عملی با طرز کار سیستم‌های ایونیک (به صورت اختیاری)
۱۲. انواع ارتفاع سنج‌ها
 - T&B
 - V.S
۱۳. اخطار دهنده‌ها (استال، چرخ و ...)
۲۴. ایونیک هواپیماهای بدون سرنشین
۱۴. اتوپیلوت
۲۵. استانداردهای هوایی
۱۵. FMS
۲۶. تسلیحات
۱۶. HIS, EFIS
۱۷. EICAS, TCAS, GPWS, CVR, FDR, DFDR
۱۸. مطالعه سیستم‌های یک هواپیمای پرفروش دنیا به عنوان نمونه
۱۹. تجهیزات ایونیک عمومی و تجهیزات ایونیک خاص هر هواپیما
۲۰. نحوه تهیه تجهیزات ایونیک و اسناد همراه و گواهینامه‌های Release و انواع TAG

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با سیستم‌های الکتریکی هواپیما،
۲. آشنایی با پدیده‌های هواشناسی مرتبط با ایونیک،
۳. آشنایی با تجهیزات ایونیکی و استانداردها و گواهینامه‌های مربوط به آن‌ها و
۴. طراحی سیستم ایونیکی هواپیما.

مراجع:

1. *Iran Civil Aviation Standards*; 1st Edition, Civil Aviation Organization, 2010.
2. *Technical Standard Orders (TSO)*; Federal Aviation Administration.
3. *Fokker 70/100 AOM, Aircraft Operations Manual, System Description, Simulation Handbook*; Rev. 1-0307, Digital Aviations.de.
4. *Airbus A320, Aircraft Operations Manual*; 1st Edition, Delta Virtual Airlines, 2009.
5. *Pilot's Information Manual: Model TB21*; SOCATA: Groupe Aerospatiale, 1986.
6. Jeppesen, S.; *Guided Flight Discovery Private Pilot Handbook*; Jeppesen Sanderson, 2004.

طراحی اجزای ۱، ۴۵۴۲۷

پیش‌نیاز: مقاومت مصالح ۱ (۴۵۱۳۳)

اهداف درس:

هدف این درس آموزش فرآیند طراحی بر اساس روش‌های علمی و تلفیق خلاقیت فکری با اصول مهندسی است. دانشجویان این درس با اصول طراحی، اجزای ماشین‌ها و تکنیک‌های ساخت آن‌ها آشنا می‌شوند. همچنین استفاده از استانداردها و رعایت معیارهای طراحی ایمن را فرا خواهند گرفت.

برنامه درسی:

۱. مقدمه
 - مقدماتی بر طراحی اجزای مکانیکی
 - مواد
 - بارها و آنالیز تنش
 - سختی و خیز
۲. معیارهای خرابی
 - خرابی ناشی از بارهای استاتیکی
 - خرابی ناشی از بارهای متغیر
۳. طراحی المان‌های مکانیکی
 - شفت‌ها و اجزای آن‌ها
 - پیچ‌ها، بست‌ها و طراحی مفصل‌های غیردائم
 - جوش‌ها، قیدها و مفصل‌های دائم
 - فنرهای مکانیکی
 - یاتاقان‌های لغزشی
 - روان‌سازی و یاتاقان‌های journal
۴. ابزارهای تحلیلی
 - تحلیل اجزای محدود
 - ملاحظات آماری

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با انواع اجزای ماشین‌های مکانیکی،
۲. فراگیری فرآیند طراحی تا ساخت یک محصول،
۳. آشنایی با معیارهای خرابی و
۴. آشنایی با استانداردهای طراحی و نحوه استفاده از آن‌ها.

مراجع:

1. Pahl, G., and Beitz, W.; *Engineering Design: A Systematic Approach*, New York: Springer-Verlag, 1988.
2. Suh, N.P.; *The Principles of Design*, 1st Edition, Oxford University Press, 1990.
3. Roark, R.J. and Young, W.C.; *Formulas for Stress and Strain*, 5th Edition, McGraw-Hill Book Company, 1976.
4. Shigley, J.E. and Mitchell, L.D.; *Mechanical Engineering Design*, 4th Edition, McGraw-Hill Book Company, 1983.
5. Slocum, A.H.; *Precision Machine Design*, Prentice Hall, 1992.
۶. رویتلینگن، ا.ف.، مترجم: ولی‌نژاد، ع.، *جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی*، نشر طراح، ۱۳۸۱.
۷. ولی‌نژاد، ع. (مترجم)؛ *جداول و استانداردهای فولاد*، نشر طراح، ۱۳۷۸.

مبانی مهندسی فضا، ۴۵۴۲۹

پیش‌نیاز: مقدمه‌ای بر رشته هوافضا (۴۵۱۳۲)

اهداف درس:

هدف اصلی این درس آشنا کردن دانشجویان با محیط فضا، مکانیک مدارها، منظومه شمسی، سامانه‌ها و زیرسامانه‌های یک فضاپیما، کاوشگرهای فضایی و اپتیک؛ و دیگر مباحث مرتبط با فضا است. همچنین دانشجویان در این درس برای فراگیری درس‌های پیشرفته‌تر در آینده آماده می‌شوند.

برنامه درسی:

۱. مقدمه و تاریخچه
 - نجوم‌شناسی در اساطیر یونان تا گاليله
 - نجوم‌شناسی در میان مسلمانان
 - سامانه‌های جدید فضایی
 - انواع ماهواره‌ها و کاربرد هر یک از آنها
 - انواع مدارها
۲. مقدمه‌ای بر نجوم
 - منظومه شمسی
 - کره سماوی و دستگاه‌های مختصات
 - استوایی و افقی
 - زمان‌های طلوع و غروب
 - چرخش زمین
 - حرکت تقدیمی و رقص محوری
 - زمین
 - حرکت قطبی
۳. مدار و مسیر ماهواره‌ها
 - قانون‌های کپلر
 - قانون گرانش و حرکت نیوتن
 - پارامترهای مداری
 - سرعت تزریق و مسیر ناشی از آن
 - انواع مدارهای ماهواره‌ها
 - کمترین مقدار زاویه صفحه مدار با صفحه استوا و زمان پرتاب
 - راک موتورها و موتورهای چندمرحله‌ای
 - مراحل پرتاب و نقل و انتقال فضایی
۴. محیط فضا
 - انرژی الکترومغناطیس

- چرخه‌ها، لکه‌ها و تابش خورشیدی
- گرانش
- اتمسفر خنثی
- یونوسفر
- میدان مغناطیسی زمین
- مگنتوسفر
- ۵. زیرسامانه‌های فضاپیما
 - سازه
 - تامین گر توان الکتریکی
 - کنترل حرارتی
 - پیشرانش ماهواره
 - کنترل وضعیت
 - مدیریت داده‌ها
 - ارتباطات
- ۶. مشاهده کردن و ابزارهای آن
 - تلسکوپ‌های نوری
 - آشکارسازها و وسایل آن
 - شدت، چگالی شار و درخشش
 - اندازه ظاهری ستاره‌ها
 - اندازه مطلق ستاره‌ها
 - تابش جسم سیاه
 - انواع تبدیلات
 - مدل سازی دوربین
 - پردازش تصویر
 - حسگرهای ستاره‌نگر
- ۷. اکتشافات فضایی
 - پروازهای بین سیاره‌ای
 - ناوبری فضایی
 - کاوشگرهای فضایی
 - ناوبری در یک سیاره ناشناخته
 - کنترل مبتنی بر تصویر

دستاوردها:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت بگذرانند، مفاهیم زیر را فرا خواهند گرفت:

۱. آشنایی با مجموعه اصطلاحات نجوم و مکانیک مداری،
۲. آشنایی با مفاهیم بنیادی منظومه شمسی و حرکت زمین به دور خورشید،
۳. آشنایی با زیرسامانه‌های فضاپیما و محیط فضا و
۴. آشنایی با ابزارهای مشاهده و تکنولوژی‌های کاوش فضایی.

مراجع:

1. Pisacane, V.L. and Moore, R.C.; *Fundamentals of Space Systems*, 2nd Edition, Oxford University Press, 2005.
2. Ley, W., Wittmann, K. and Hallmann, W.; *Handbook of Space Technology*, AIAA, 2008.
3. Maini, A.K. and Agrawal, V.; *Satellite Technology, Principles and Applications*, John Wiley & Sons, 2011.
4. Corke, P.; *Robotics, Vision, and Control*, 1st Edition, Springer, 2011.
5. Karttunen, H. and et. Al.; *Fundamental Astronomy*, 5th Edition, Springer, 2006.
6. Freedman, R.A. and Kaufmann, W.J.; *Universe*, 8th Editions, W. H. Freeman and Company, 2008.

