



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت فرهنگ و آموزش عالی  
شورای عالی برنامه ریزی

## مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک

گروه فنی و مهندسی



مصوب سیصد و ششمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ ۱۳۷۴/۸/۱۴

بسم الله الرحمن الرحيم

برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک

گروه: فنی و مهندسی

رشته: مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک

دوره: کارشناسی ارشد

کمیته تخصصی: هوافضا

گرایش:

کدرشته:



شورای عالی برنامه ریزی درسی و ششمین جلسه مورخ ۱۳۷۴/۸/۱۴ براساس اساسنامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک که توسط گروه فنی و مهندسی تهیه شده و به تأیید رسیده است، برنامه آموزشی این دوره رادرسه فصل ( مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس) به شرح پیوست تصویب کرد و مقرر می دارد:

ماده ۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک از تاریخ تصویب برای کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور که مشخصات زیر را دارند لازم الاجراست.

الف: دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی که زیر نظر وزارت فرهنگ و آموزش عالی اداره می شوند.

ب: مؤسساتی که با اجازه رسمی وزارت فرهنگ و آموزش عالی و براساس قوانین تأسیس می شوند و بنابراین تابع مصوبات شورای عالی برنامه ریزی میباشند.

ج: مؤسسات آموزش عالی دیگر که مطابق قوانین خاص تشکیل می شوند و باید تابع ضوابط دانشگاهی جمهوری اسلامی ایران باشند.

ماده ۲) از تاریخ ۱۳۷۴/۸/۱۴ کلیه دوره های آموزشی و برنامه های مشابه مؤسسات آموزشی در زمینه کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک در همه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی مذکور در ماده ۱ منسوخ می شوند و دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی یاد شده مطابق مقررات می توانند این دوره را دایر و برنامه جدید را اجرا نمایند.

ماده ۳) مشخصات کلی و برنامه درسی و سرفصل دروس دوره: کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک در سه فصل جهت اجراء وزارت فرهنگ و آموزش عالی ابلاغ می شود.

رأی صادره سیصد و ششمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ  
۱۳۷۴/۸/۱۴ در خصوص برنامه آموزشی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک

(۱) برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک  
که از طرف گروه فنی و مهندسی پیشنهاد شده بود با اکثریت آرایه تصویب رسید.  
(۲) این برنامه از تاریخ تصویب قابل اجرا است.

رأی صادره سیصد و ششمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی مورخ ۱۳۷۴/۸/۱۴ در مورد برنامه  
آموزشی دوره کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا - آئرو دینامیک صحیح است بمورد اجرا گذاشته  
شود.

دکتر سید محمد رضا هاشمی گلپایگانی

وزیر فرهنگ و آموزش عالی

مورد تأیید است.

دکتر علیرضا رهایی

سرپرست گروه فنی و مهندسی

رونوشت: به معاونت محترم آموزشی وزارت فرهنگ و آموزش عالی جهت اجرا ابلاغ می شود.

سید محمد کاظم نائینی

دبیر شورای عالی برنامه ریزی





## اطلاعات کلی

مقدمه

تحصیلات تکمیلی مهندسی هوافضا شامل دو سطح کارشناسی ارشد و دکتری می باشد. در مقطع کارشناسی ارشد چهار رشته جلوبردنگی، طراحی سازه های هوا-فضایی، آئرو دینامیک و دینامیک و کنترل پرواز. دانشجویان به عنوان رشته اصلی یک گرایش را انتخاب می کنند و یک رشته فرعی از گرایشهای هوافضا یا رشته های مهندسی دیگر بنا به تشخیص استاد راهنما و کمیته کارشناسی ارشد انتخاب می کنند.

درسهای ریاضیات پیشرفته، محاسبات عددی، سمینار و پروژه در درس عمومی همه گرایشها اجباری است.

در این مجموعه گرایش کارشناسی ارشد آئرو دینامیک ارائه می شود. دانشجویان پذیرفته شده موظف هستند حداقل ۲۰ درس از درسهای تخصصی اجباری را بگذرانند. سیلابس دروس به فارسی و انگلیسی تهیه شده که ضمیمه است.

### ۱- تعریف

در برنامه کارشناسی ارشد آئرو دینامیک، دیدگاهها و زمینه های لازم برای تجزیه و تحلیل آئرو دینامیکی وسایل پرنده مانند هواپیما، موشک و هلیکوپتر و وسایل و سازه هایی که نیاز به محاسبات هوافضایی دارند به دانشجویان داده می شود. این برنامه با توجه به امکانات دانشگاههای مجری و با توجه به نیازهای مملکتی در زمینه صنایع هوافضا به صورت آموزشی و قابل ارائه می باشد.

### ۲- هدف:

هدف از آموزش این مجموعه تربیت نیروی متخصص، طراح، محقق و یا مدرس در زمینه آئرو دینامیک مورد نیاز صنایع، مراکز تحقیقاتی و مؤسسات آموزش عالی در سطح کارشناسی ارشد می باشد.

### ۳- مدت زمان تحصیل:

مدت زمان متوسط پیش بینی شده برای تکمیل دوره کارشناسی ارشد ۲ سال می باشد.

### ۴- شرایط پذیرش دانشجو:

— فارغ التحصیلان دوره های کارشناسی در رشته های زیر می توانند در امتحان ورودی دوره کارشناسی ارشد این رشته شرکت نمایند. مهندسی هوافضا، مهندسی نگهداری هواپیما، مهندسی مکانیک (حرارت و سیالات و طراحی جامدات)، عمران (سازه)، کشتی سازی و هوانوردی

— آزمون ورودی برای کارشناسی ارشد شامل دروس زیر است (با ضرایب یکسان):  
ریاضیات (معادلات دیفرانسیل و ریاضیات مهندسی)، زبان خارجه تخصصی،

آئرو دینامیک (مکانیک سیالات، آئرو دینامیک، جلو برنده) سازه های هوایی (استاتیک، مقاومت مصالح، تحلیل سازه ها و طراحی سازه های هوایی)، مکانیک پرواز (مکانیک پرواز ۱ و ۲)، دینامیک (دینامیک، ارتعاشات و کنترل اتوماتیک)

۵- دانشگاه های مجری:

دانشگاه های مجری این برنامه ها دانشگاه هایی هستند که بنا به تشخیص دفتر وزارت فرهنگ و آموزش عالی دارای حداقل امکانات لازم از قبیل امکانات تحقیقاتی و کادر هیئت علمی مورد نیاز باشند. دانشگاه مجری برنامه کارشناسی ارشد بایستی حداقل سابقه یک دوره فارغ التحصیل از دوره کارشناسی هوافضا را داشته باشد و حداقل ۵ نفر عضو هیئت علمی با مرتبه استادیاری در زمینه های مربوط داشته باشد.



## برنامه کارشناسی ارشد رشته آئرو دینامیک

برنامه این دوره مشتمل است بر:

الف: دروس اجباری شامل: ریاضیات پیشرفته و محاسبات عددی پیشرفته ۱ هریک سه واحد  
جمعاً ۶ واحد

ب: پایان نامه کارشناسی ارشد به ارزش ۶ واحد و سمینار به ارزش ۲ واحد

ج: رشته اصلی شامل چهار درس از دروس تخصصی اجباری یکی از شاخه های تخصصی  
زیر جمعاً ۱۲ واحد:

- طراحی سازه های هوافضایی (طراحی و سازه ها)

- گرایش جلوبرندگی

- آئرو دینامیک، دینامیک و کنترل پرواز

د: رشته فرعی شامل: دروس به ارزش ۶ واحد از هریک از شاخه های تخصصی اعم از دروس  
اجباری یا اختیاری با تشخیص استاد راهنمای پایان نامه کارشناسی ارشد دانشجو می باشد.

به طور خلاصه

۱۲ واحد	درسهای عمومی
۶ واحد	درسهای رشته اصلی
۶ واحد	درسهای رشته فرعی
۶ واحد	پایان نامه
۲ واحد	سمینار
<hr/>	
۳۲ واحد	جمع



سمینار، پروژه، رساله

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
در سال اول گرفته شود			۲	۲	سمینار	۱۰۱
			۶	۶	پروژه کارشناسی ارشد	۱۰۲

درسهای عمومی

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ندارد		۳	۳	۳	ریاضیات پیشرفته ۱	۲۰۱
ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان		۳	۳	۳	مکانیک محیطهای پیوسته ۱	۲۰۲
		۳	۳	۳	محاسبات عددی پیشرفته	۲۰۳



دروس اجباری تخصصی جلوبرندگی:

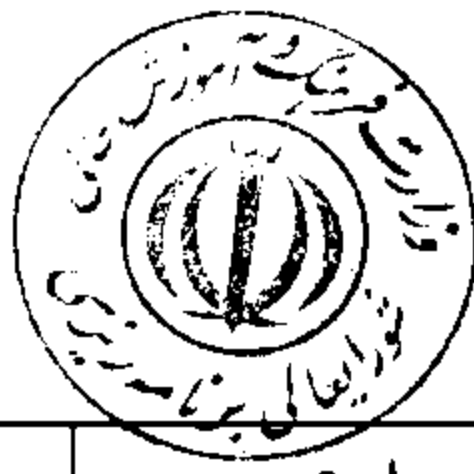
پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
اصول جلوبرنده‌های کارشناسی		۵۱	۵۱	۳	اصول جلوبرنده‌های پیشرفته	۳۰۱
آیرودینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	طراحی آیرودینامیک توربو ماشینها	۳۰۲
ترمودینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	سوخت و احتراق پیشرفته	۳۰۳
		۵۱	۵۱	۳	آیرودینامیک ورودی	۳۰۴
		۵۱	۵۱	۳	آیرودینامیک موتورهای موشک	۳۰۵



دروس اختیاری تخصصی جلوبرندگی:

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
آیرودینامیک پیش‌برنده‌ها		۵۱	۵۱	۳	آیرودینامیک مافوق صوت	۳۳۱
		۵۱	۵۱	۳	روشنای عددی در توربو ماشینها	۳۳۲
اصول جلوبرنده‌های کارشناسی		۵۱	۵۱	۳	صدای موتور و نحوه جلوگیری آن	۳۳۳
طراحی آیرودینامیکی		۵۱	۵۱	۳	مباحث منتخب در توربینهای گاز	۳۳۴
ترمودینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	موتورهای احتراق داخلی (پیشرفته)	۳۳۵





### دروس تخصصی اجباری دینامیک پرواز و کنترل

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ریاضیات پیشرفته ۱ با همزمان و مکانیک پرواز ۲		۵۱	۵۱	۳	مکانیک پرواز پیشرفته	۴۰۱
دینامیک پرواز پیشرفته		۵۱	۵۱	۳	هدایت و ناوبری ۱	۴۰۲
ندارد		۵۱	۵۱	۳	اندازه‌گیری و تخمین پارامترهای پرواز	۴۰۳
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	تئوری کنترل بهینه	۴۰۴
کنترل پیشرفته با همزمان		۵۱	۵۱	۳	سیستمهای کنترل دیجیتال	۴۰۵
ندارد		۵۱	۵۱	۳	کنترل پیشرفته	۴۰۶

### دروس تخصصی اختیاری دینامیک پرواز و کنترل

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ندارد		۵۱	۵۱	۳	تئوری ابزاروآلات دقیق هواپیما و فضاپیماها	۴۴۱
مکانیک پرواز پیشرفته		۵۱	۵۱	۳	شبیه‌سازی پروازی	۴۴۲
هدایت و ناوبری ۱		۵۱	۵۱	۳	هدایت و ناوبری ۲	۴۴۳
ندارد		۵۱	۵۱	۳	مدیریت تکنولوژی هوافضا	۴۴۴
آئرو دینامیک پیشرفته		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک هواپیماهای V/STOL	۴۴۵
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	دینامیک پرواز و کنترل فضاپیماها	۴۴۶
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	کنترل آماری	۴۴۷
ندارد		۵۱	۵۱	۳	اویونیک	۴۴۸
کنترل فرآیندهای تصادفی، سیستمهای کنترل چندمتغیره با کنترل پیشرفته		۵۱	۵۱	۳	سیستمهای کنترل تطبیقی	۴۴۹
ندارد		۵۱	۵۱	۳	سیستمهای کنترل چندمتغیره	۴۵۰
ارتعاشات سیستمهای ممتد		۵۱	۵۱	۳	صدا و ارتعاش (منابع صدا - اغتشاشات صوتی)	۴۵۱
		۵۱	۵۱	۳	اندازه‌گیری پیشرفته	۴۵۲
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	دینامیک پرواز موشک	۴۵۳

### درسهای تخصصی اجباری آئرو دینامیک

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
آئرو دینامیک پیش برنده ها		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک مافوق صوت	۵۰۱
اثرودینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک مادون صوت	۵۰۲
اثرودینامیک ۱		۵۱	۵۱	۳	تئوری لایه مرزی	۵۰۳
متد محاسبات عددی پیشرفته و ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	مکانیک سیالات عددی ۱	۵۰۴
آئرو دینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک پیشرفته	۵۰۵
		۵۱	۵۱	۳	توربولانس	۵۰۶

### درسهای تخصصی اختیاری آئرو دینامیک

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	تولید شبکه محاسباتی	۵۵۱
اثرودینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	جریان لزوج	۵۵۲
مکانیک سیالات عددی ۱		۵۱	۵۱	۳	مکانیک سیالات عددی ۲	۵۵۳
اثرودینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک هلیکوپتر	۵۵۴
اثرودینامیک پیشرفته		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک غیردائم	۵۵۵
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	جریانهای چند فازی	۵۵۶
آئرو دینامیک ۲		۵۱	۵۱	۳	آئرو دینامیک ماوراصوت	۵۵۷
		۵۱	۵۱	۳	تئوری اغتشاشات	۵۵۸



درسهای تخصصی اجباری طراحی سازه‌های هوافضایی

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
		۵۱	۵۱	۳	دینامیک سازه	۶۰۱
تحلیل سازه‌های فضایی		۵۱	۵۱	۳	تحلیل سازه‌های پیشرفته هوافضایی	۶۰۲
ارتعاشات پیشرفته و ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	روشهای اجزا محدود	۶۰۳
طراحی هواپیما ۲		۵۱	۵۱	۳	طراحی پیشرفته وسایل نقلیه هوایی	۶۰۴
تحلیل سازه‌های فضایی		۵۱	۵۱	۳	طراحی سازه‌های فضایی پیشرفته	۶۰۵
مکانیک محیطهای پیوسته		۵۱	۵۱	۳	اثروالاستیسیته	۶۰۶

درسهای تخصصی اختیاری طراحی سازه‌های هوافضایی

پیشنیاز یا زمان ارائه درس	ساعت			تعداد واحد	نام درس	کد درس
	عملی	نظری	جمع			
ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان		۵۱	۵۱	۳	ارتعاشات سیستمهای ممتد	۶۶۱
مقاومت مصالح ۲ و تحلیل سازه		۵۱	۵۱	۳	خستگی و شکست و خزش	۶۶۲
ریاضیات پیشرفته ۱		۵۱	۵۱	۳	مکانیک مواد مرکب	۶۶۳
		۵۱	۵۱	۳	تحلیل تجربی تنش	۶۶۴
مقاومت مصالح ۲ و تحلیل سازه‌ها		۵۱	۵۱	۳	پایداری سازه‌های هوایی	۶۶۵
ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان		۵۱	۵۱	۳	دینامیک پیشرفته	۶۶۶
ارتعاشات سیستمهای ممتد		۵۱	۵۱	۳	ارتعاشات پیشرفته	۶۶۷
		۵۱	۵۱	۳	تئوری صفحه‌ها و پوسته‌ها	۶۶۸
		۵۱	۵۱	۳	ارتعاشات اتفاقی	۶۶۹



## ریاضیات پیشرفته ۱



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

تئوری پیشرفته توابع مختلط، مروری بر ماتریسها و تانسورها، یادآوری حل معادلات دیفرانسیل جزئی، تبدیلات انتگرالی، مباحث پیشرفته در ریاضیات مهندسی، معادلات انتگرال، انتگرال گرین و کرنل، مباحث پیشرفته در ریاضیات مهندسی، تئوری اختلالات جزئی و تئوری تغییرات و موارد استعمال آنها.

## مکانیک محیطهای پیوسته ۱



تعداد واحد: ۳

نوع واحد:

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان

علائم ایندکسی و جمع قراردادی، قوانین تبدیل محورهای مختصات، تانسور کارتیزین، تشریح مادی و فضایی، جنبشی، مشتق مادی انتگرال حجمی، قضیهٔ گوس، معادلات انتگرالی اصول بقا، تانسور تنش و فرمول کوشی، معادلات دیفرانسیلی اصول بقا، تغییر مکان، تانسور کرنش کوشی، تانسور کرنش گرین، تانسور نرخ کرنش، کرنشهای بینهایت کوچک و بینهایت بزرگ، معادلات مشخصه جامدات ارتجاعی خطی و غیرخطی، پلاستیک، وِسکوِلاستیک، ترموِلاستیک، روشهای حل مسائل مرزی، معادلات سازگاری، مسائل تنش و کرنش صفحه‌ای توابع تنش، معادلات ناویر و بِلترامی میچل، معادلات مشخصه سیالات استوکی، نیوتونی، غیر نیوتونی، کامل، معادلات ناویراستوک، اویلر، قضیهٔ کلوین، جریان پتانسیل، حل مسائلی از مکانیک جامدات و سیالات.

محاسبات عددی پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد:

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان



## اصول جلوبرنده‌ها (پیشرفته)



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول جلوبرنده‌های کارشناسی

مروری بر مفاهیم اساسی:

– مروری بر سیکل ترمودینامیکی توربینهای گاز صنعتی و هوایی و روش انتخاب سیکل بهینه، سیکل برایتون، سیکل واقعی، پارامترهای مؤثر در پروسه بهینه‌سازی سیکل ترمودینامیکی، مروری بر سیستم موتورهای مختلف صنعتی و هوایی و وظیفه اجرای تشکیل دهنده این سیستمها (دهانه‌های ورودی و خروجی، کمپرسور، مخزن احتراق، دیفیوزرها و توربین)، مروری بر آئرو دینامیک و ترمودینامیک توربوماشینها (مثلث سرعتها، محاسبه توان یک توربوماشین، مفاهیم اساسی، محدوده پارامترهای طراحی)؛ مبانی تجزیه و تحلیل عملکرد موتورهای توربین گاز در شرایط غیرطرح: عملکرد کمپرسورهای چندمرحله‌ای در دوره‌های مختلف، عملکرد توربینهای چندمرحله‌ای در دوره‌های مختلف، عملکرد دهانه‌های ورودی و خروجی، مخازن احتراق و دیگر اجزاء؛ روشهای آنالیز عملکرد موتورهای توربین گاز در شرایط غیرطرح؛ (تغییرات مصرف سوخت و توان خروجی) شامل: موتورهای توربوشفت ساده و مجهز به توربین آزاد، موتورهای توربوجت دارای یک محور و دو محور، موتورهای توربوفن، روشهای کنترل Surge؛ آنالیز عملکرد توربینهای گاز در Transient؛ روش سرد کردن پره‌های توربینهای گاز

## طراحی اثرودینامیکی توربوماشینها



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آیرودینامیک ۲

یادآوری: آنالیز بعدی جریان در توربوماشینها، منحنی مشخصه کمپرسورها و توربینهای گازی، تعریف راندمان در توربوماشینها، رابط اولر، آنالیز جریان دوبعدی در کمپرسور و توربینهای محوری، تعریف مفاهیم اساسی توربوماشینها.

توربوماشینهای محوری باورودی مادون صوت: مطالعه جریان در صفحه کسکید، اثر شکل پره‌ها، محدودیت در بازگذاری بر روی پره‌ها در کمپرسورها و توربینهای محوری، انتخاب زاویه حمله با روشهای مختلف، تخمین زاویه انحراف، تخمین افتها، تأثیر عدد ماخ ورودی بر کارکرد پره‌ها، معادله کامل تعادل شعاعی، روشهای مختلف تعیین توزیع SWIRL، فلوچارت طراحی با استفاده از روش PITCH LINE مختصری بر روش طراحی از طریق آنالیز جریان در صفحه MERIDIONAL

توربوماشینهای محوری با ورودی مافوق صوت: مختصری بر طبیعت جریان و شکل هندسی پره‌ها، ساختمان و انواع شاک بر پره‌ها. افتها، مختصری بر پروسه طراحی پره‌ها.

توربوماشینهای شعاعی: مثلث سرعتها، SLIP FACTOR، افتها، تعریف برخی مفاهیم مانند جریانهای دوگانه، استال و سرج





## سوخت و احتراق پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ترمودینامیک ۲

مشخصه شعله لامینار، حد اشتعال، سرعت اشتعال، درجه حرارت آدیاباتیک شعله، خواص و ساختمان هیدروکربن اختلاط ۲، انتالپی تشکیل و واکنش، تجزیه شیمیایی، ثبات شعله، توربولانس و چرخش، مدل کردن کامپیوتری شعله‌های لامینار و توربولانت، معیارهای عملکرد برای سیستم احتراق توربینهای گاز، راندمان احتراق، ثبات و عملکرد مخازن احتراق، مبانی طراحی مخازن احتراقی، روش افت فشار و ارزیابی احتراق در بهینه‌سازی مخازن احتراقی، انواع مخازن احتراقی و مزایای نسبی آنان.



## آیرودینامیک دهانه ورودی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آیرودینامیک ۲ و اصول جلوبرنده‌ها

مقدمه، بازیافت فشار دهانه ورودی زیرصوت، اثرات حدود صوت در جریان قبل از ورود، جدایی از لبه و جریان حدود صوت در گلوگاه، تراکم مافوق صوت خارجی، تراکم مافوق صوت داخلی، اتلاف اضافی در دهانه‌های ورودی مافوق صوت، انحرافها و هدایتگرهای لایه مرزی، پسای خارجی دهانه ورودی، نوسان شوک در دهانه‌های ورودی مافوق صوت، چرخش و از حالت طبیعی خارج شدن، کنترل و سازگار کردن دهانه‌های ورودی در زوایای برخورد، وسایل و طراحیهای جدید، آنالیز و روشهای آزمایش در تونل باد.

### **Intake Aerodynamics**

Credit: 3

Prerequisite: Aerodynamics II, Propulsion

Introduction, pressure recovery of subsonic intakes, transonic effects in preentry flow, lip separation and transonic throat flow, external supersonic compression, internal supersonic compression, additional loss in supersonic intakes, boundary layer bleeds and diverters, intake external drag, shock oscillation of supersonic intakes, distortion and swirl, matching and control, intakes at incidence, novel designs and devices, techniques of wind tunnel testing and analysis.



## آئروترمودینامیک موتورهای موشک

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک پیش برنده ها

مقدمه، بحث کلی در مورد سرعت های مورد نیاز و تعداد طبقات راکتها با سوخت مایع، جامد، سوخت دوگانه، جریان در نازل خروجی، احتراق، محدودیتهای طراحی، سوختها و قدرت پیش برندگی مخصوص، مسائل ورود سوخت و اکسید آن برای سوخت مایع، سوخت پاش مایع، بهینه سازی ساده موتور، عملکرد موتورهای موشک، طریقه محاسبه اجزاء تجزیه شده هوا و ارتباط آنها با نیروی رانش، جریانات در تعادل و نامتعادل.



## آئرو دینامیک مافوق صوت

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک ۲

مقدمه، طبقه بندی جریانات تراکم پذیر، معادلات کلی، پاسخ خطی، تئوری شاک انبساط، روش امواج، روش مشخصه، روش هودوگراف، جریانات تراکم پذیر روی اجسام دارای تقارن محوری، معادلات و روشهای حل، اجسام بهینه با پسای مینیمم، حل مخروطی Taylor, Maccol، بالهای سه بعدی مافوق صوت، قواعد تشابهی، قاعده مساحتی مافوق صوت، بال سه بعدی مافوق صوت، روش محاسبه توزیع نقاط منفرد در حل جریان مافوق صوت، روش میدان مخروطی، اثرات لزجت در جریانات مافوق صوت، تداخل امواج ضربه ای و لایه مرزی، طراحی کانالها و تونل باد مافوق صوت.

## روشهای عددی در توربو ماشینها

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.





## صدای موتور و نحوه جلوگیری آن

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اصول جلوگیری از صدای موتور

اصول اولیه علم صدا: تعاریف بعضی واژه‌های مربوط به علم صدا و شنوایی. ساختمان و مشکل مکانیزم گوش. نواحی دارای مشکل صدا (حمل و نقل هوایی). انتشار هوایی صوت، کم کردن صدا اضافه. اندازه‌گیری صدا. صدای موتور توربین گازی: منابع صدای کمپرسور محوری، اثرات بعضی از پارامترهای طراحی و عملکرد بر روی صدا با فرکانس مشخص، کاهش صدای موتور به وسیله دهانه صوتی، تکنیک‌هایی برای کاهش صدای جت، عایق‌بندی صدا، اثرات By pass ratio

مباحث منتخب در توربینهای گاز

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : طراحی آئرو دینامیکی

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.



موتورهای احتراق داخلی (پیشرفته)

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ترمودینامیک ۲

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.







## مکانیک پرواز پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ (یا همزمان) - مکانیک پرواز ۲

تئوریهای پایداری و کنترل برای هواپیماهای الاستیک، مقدمه‌ای بر تئوریهای غیرخطی، کوپلینگ بین حرکتهای Roll, Pitch، پایداری لیپانوف، پاسخ هواپیما در مقابل توربولانس اتمسفر با استفاده از روش Power Spectral Density، مدلسازی خلبان و اتوپیلوتها، محدوده‌های پروازی غیرخطی.

### Advanced Flight Dynamics

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Mathematics I (Simultaneous)- Flight Dynamics II

Theory of elastic airplane stability and control; motion along steep trajectories, roll and pitch coupling phenomena, Lyapunov stability methodology; airplane response to atmospheric turbulence using power spectral density methods, Human pilot models and autopilots, nonlinear flight regimes.



## هدایت و ناوبری ۱

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: دینامیک پرواز پیشرفته

مقدمه‌ای از هدایت و ناوبری وسائط پروازی - مفاهیم پایه‌ای در خصوص تعیین موقعیت و سرعت از روشهای اینرسی، Celestial و تکنیکهای رادیویی - به‌کارگیری استراتژی مختلف هدایت هوافضاپیماها - قوانین حرکتی برای پرواز راکتها (Rocket-Powered Flight) و مسأله برگشت به اتمسفر (Reentry)، آشنایی با رادار و کاربرد آن، آشنایی با امواج مایکرو-ویو و کاربرد آن، آشنایی با مکانیزم انتشار امواج.

### Navigation and Guidance I

Credit: 3

Prerequisite: Advanced Flight Dynamics

Introduction to navigation and guidance; basic concepts of position and velocity determination using celestial, inertial and radio techniques; guidance strategy for aircraft and spacecraft applications; steering laws for rocket-powered flight; atmospheric reentry; familiarity with radar, microwave and their applications.



## اندازه‌گیری و تخمین پارامترهای پرواز

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

طراحی و اجراء آزمایشات ساده پروازی در یک هواپیمای سبک، بررسیهای اولیه شامل تعیین مشتقات پروازی، سنجش خصوصیات عملکردی در شرایط مختلف از قبیل Cruise Landing, Takeoff) و اندازه‌گیری شاخصهای سیستم ناوبری نحوه کسب و ویرایش اطلاعات، تعیین پارامترهای اینرسی شامل وزن و ممانهای اینرسی و مرکز ثقل، تعیین پارامترهای ساده پرواز شامل سرعت، زاویه حمله، ارتفاع، نیروی پسا و نیروی محرکه لازم، نحوه نصب احساسگرها و تأثیر محل نصب بر روی اطلاعات اخذ شده و تخمین بارهای وارده در هنگام پرواز.

### **Flight parameters Estimation and Measurement**

Credits: 3

Prerequisite: None

Application of some of the theoretical material by designing and executing simple flight experiments; these could include experimental determination of stability derivatives; verification of performance specification and measurement of navigation system characteristics.

Data acquisition systems, determination of simple flight parameters, role of sensor locations on the registered data and estimation of aerodynamic loadings in flight.



## تئوری کنترل بهینه

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ - کنترل اتوماتیک

مقدمه‌ای بر فضای حالت و چگونگی ارائه سیستمها در فضای حالت و روشهای حل، ماتریس تبدیل حالت و کاربرد آن، تعریف مسئله کنترل بهینه و معیارهای عملکرد، برنامه‌ریزی دینامیک، معادلات هامیلتون، جکوبی و بلمن، اصل آپتیمالیتی، روش ریاضیات تغییرات در حل مسائل کنترل بهینه، اصل مینیمم پونتریگن، مسائل بهینه زمانی و مینیمم تلاش کنترلی، روشهای محاسبه‌ای برای تعیین مسیر و کنترل‌های بهینه فضاپیماها و موشکها، مقدمه بر مباحث پیشرفته

### Optimal Control

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Mathematics I, Automatic Control

State space representation of systems; performance measures for optimal control problems dynamic programming, principle of optimality, discrete regulator problems, Hamilton, Bellman, Jacobi equations, variational approach to optimal control problems, Pontryagin's minimum principle; Time optimal control and minimum control effort problems, Numerical, Advanced topics.



## سیستمهای کنترل دیجیتالی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: کنترل پیشرفته

کنترل سیستمهای دیجیتالی: مقدمه‌ای بر سیستمهای منفصل (تبدیل، حل معادلات دیفرانسیل، عکس تبدیل، معادله حالات، حل معادله حالات (Simulation, Diagram, Flow Graph)، نمونه برداری و نگهدارنده‌ها (معرفی نمونه بردار ایده آل، تبدیل لاپلاس توابع نمونه برداری شده  $E^*(S)$ ، بازسازی علائم)، سیستمهای دیجیتالی مدار (رابطه بین  $E^*(S)$  و تبدیل  $z$ ، تابع تبدیل پالسی، معرفی فیلترهای دیجیتالی، وجود تأخیر زمانی در سیستم و معرفی Modified  $z$  Transform، مدل حالت سیستمهای باز)، سیستمهای دیجیتالی مدار بسته (تعیین تابع تبدیل پالسی، مدل حالت سیستمهای مدار بسته)، پاسخ سیستمهای منفصل، پایداری سیستمهای منفصل، طراحی کنترل کننده‌های دیجیتالی (جبران کننده‌ها و طراحی کنترل کننده‌های PID).



## کنترل پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: کنترل خودکار

۱- مروری سریع بر کنترل کلاسیک: (در یک یا سه جلسه حداکثر ۴/۵ ساعت) بررسی سیستمهای خطی با ضرائب وابسته به زمان و غیروابسته به زمان، بررسی مجدد ریاضیات تبدیل لاپلاس، سری فوریه، توابع زوج و فرد و خواص آنها، تعریف یک سیستم و به دست آوردن معادلات دیفرانسیل و تابع تبدیل آن، بررسی رفتار و طراحی سیستم توسط مکان هندسی ریشه‌ها، بررسی پایداری سیستم، دیاگرام نایکوئیست، عکس‌العمل سیستم به یک ورودی و بررسی پاسخ سیستم در حالت گذرا و حالت دائم. مقایسه کنترل کلاسیک با کنترل مدرن و مشخص کردن امتیازات کنترل مدرن.

۲- بررسی کنترل سیستمها در فضای حالت State-Space Analysis of Control Systems  
تعریف حالت، متغیرهای حالت، فضای حالت، ارائه سیستمها در فضای حالت، معادلات دیفرانسیل سیستم، ارائه سیستم خطی درجه  $n$  که تابع ورودی دارای مشتقات تا درجه  $m$  باشد در فضای حالت، معرفی ماتریس انتقال تبدیل سیستم به حالت قطری، طراحی سیستمها براساس فضای حالت با استفاده از اضافه کردن قطب و صفر.

۳- بررسی سیستمهای چندورودی و چندخروجی:  
معرفی سیستم چندورودی و چندخروجی و دیاگرام جعبه‌ای کلی آن، به دست آوردن تابع تبدیل کلی، ارائه معادلات دیفرانسیل سیستم.

۴- بررسی سیستمهای کنترل از طریق صفحه فازی Phase-plane Method  
معرفی روش صفحه فازی، تعریف اصطلاحات مربوطه، حل سیستم، روش صفحه فازی، ترسیم مسیر فازه چند روش، زمان بندی مسیر فازه، به دست آوردن جواب زمانی سیستم از مسیر فازه.  
۵- کنترل سیستمهای غیرخطی به روش تابع تشریحی Describing-Function Analysis of Non-linear Control Systems  
تشریح روش تابع تشریحی، سیستم باز و بسته (on-off) سیستم بالقوی (back-lash)، سیستم باز و بسته، پس ماند، سیستم غیرخطی با باند مرده، سیکل حدی و پایداری آن، حل سیستمها به روش تابع تشریحی.

۶- کنترل سیستمها با روش نمونه‌گیری از داده‌ها Sample-Data Control Systems  
بررسی نمونه‌گیرها، مرتب کردن داده‌های نمونه‌گیری شده، تئوری تبدیل  $z$  و کاربرد آن در نمونه‌گیری از داده‌ها، تبدیل برعکس  $z$ ، حل معادلات دیفرانسیل در تبدیل  $z$ ، بررسی پایداری

سیستم در صفحه 2.

۷- کنترل بهینه‌ای و تطابقی Optimal Control and Adaptive Control

تعاریف و تشریح، اندیکس عملکرد، قابلیت کنترل و قابلیت مشاهده‌گی سیستمها، بررسی پایداری سیستمها براساس اصل لیاپانوف.

۸- نقش کامپیوتر در کنترل و طراحی سیستمهای کنترل: کامپیوترهای قیاسی، مفهوم

شبیه‌سازی، عناصر محاسبه‌کننده، کامپیوترهای رقمی، کنترل کامپیوتری.



## تئوری ابزار و آلات دقیق هواپیما و فضاپیماها



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اصول بنیادی اندازه‌گیری در دستگاه‌های پروازی - سیستم‌های مورد مطالعه شامل سیستم‌های: رادار داپلر، مخابرات فضایی، تعیین Attitude فضاپیماها از طریق Stellar افق‌سنجی، خورشیدی و غیره. سنجش از دور از طریق رادیومتری، اسپکترومتری و اینترفرومتری، دوره‌ای بر اصول الکترومغناطیس و تئوری طراحی آنتن‌ها، مباحث ویژه

### **Spacecraft and Aircraft Instrumentation**

Credits: 3

Prerequisite: None

Fundamentals of instrumentation principles in the context of systems designed for space or atmospheric flight; doppler radars; space communications; spacecraft attitude determination by stellar; solar and horizon sensing - remote sensing by radiometry; spectrometry and interferometry - review of basic electromagnetic theory and antenna design.



## شبیه‌سازی پروازی



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مکانیک پرواز پیشرفته

معرفی انواع سیمولاتورهای پرواز، شبیه‌سازی هواپیما برای آموزش خلبانی و طراحی سیستمهای کنترل جدید - تبدیل معادلات حرکتی هواپیما و بسته‌های اطلاعاتی به مدل‌های کامپیوتری دیجیتال - توابع تبدیل ساده شده - اصول دید مربوط به صفحه نمایش - کاربرد CRT و بردهای کامپیوتری برای موارد خاص - ملزومات حرکت Cockpit - کنترل و احساس مصنوعی - انتقال اثرات motion-washout، کامپیوترهای آنالوگ، روشهای آنالوگ سیمولاسیون، آنالیز تراژکتوری، تأثیر کنترل سیستم در نحوه پردازش اطلاعات.

### Flight Simulation

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Flight Dynamics

Simulation of aircraft for research and pilot training, conversion of aircraft equations of motion and data Packages into digital computer model; simplified transfer functions, principles of visual system. cockpit motion requirements, motion wash-out, artificial control and feel and high-g cuing devices.

## هدایت و ناوبری ۲



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: هدایت و ناوبری ۱

سرفصل دروس: (۵۱ ساعت)

بررسی حرکت نسبت به فضای اینرسی، تئوری ژيروسکوپ، سیستم گیمبال (Gimbal)، تنظیم شولر (Schuler Tuning)، روش طراحی سیستمهای هدایت اینرسی، تحلیل و مقایسه ابزار دقیق (Instruments) با یک و دو درجه آزادی و بررسی خطای مربوطه، مدل‌های مختلف ژيروسکوپ شامل لیزری و الکترواستاتیک.

### Navigation and Guidance II

Credits: 3

Prerequisite: Navigation and Guidance I

Introduction to inertial space, gyroscopic instrument theory; gimbal systems, Schuler tuning and design of the three principal inertial navigation systems; analysis and evaluation of two degree of freedom instruments and their errors including laser, electrostatic and dry-tuned gyros.

## مدیریت تکنولوژی هوافضا



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

حسابداری، رفتار سازمانی، جنبه‌های تجاری تحقیق و توسعه، مسئولیتهای حقوقی و قانونی، مدیریت پروژه‌های پیچیده، مناسبات صنعتی، طرح‌ریزی صنفی، مدیریت طراحی، مجموع هزینه‌های تهیه و تدارک.

### **Management For Aerospace Technology**

Credits: 2

Prerequisites: None

Accounting, organisational behaviour; commercial aspects of research and development; legal responsibilities; management of complex projects; industrial relations; corporate planning, management of design; total costs of procurement.

## آئرو دینامیک هواپیماهای V/STOL



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک پیشرفته

مقدمه‌ای بر طراحی هواپیماهای V/STOL، آئرو دینامیک فلپهای Unpowered, Powered، خصوصیات سیستمهای رانشی برداری و مستقیم، عملکرد پایداری و خصوصیات کنترلی هواپیماهای V/STOL، سیستمهای افزایش برآ، مسئله انتقال به پرواز افقی، مباحث منتخب.



## دینامیک پرواز و کنترل فضاپیماها

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱

حرکت فضاپیماها تحت نفوذ نیروهای جاذبه، اثر دینامیک و عکس‌العملی، مسیر و مدارات فضاپیماهای چندمرحله‌ای، مدارهای انتقالی، دینامیک فضاپیماهای صلب و الاستیک، روشهای کنترل حالت شامل تبدیل مومنتم، انتقال جرم، گرادیان جاذبه و راکت‌های عکس‌العملی، کاربرد سیستمهای کنترل فعال برای کنترل بنگ - بنگ، رانشگرهای عکس‌العملی، طراحی مانورهای بهینه از روشهای محاسبه‌ای.

### Spacecraft Dynamics and Control

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Mathematics I

Motion of space vehicles under the influence of gravitational, aerodynamic reaction forces; trajectory and orbit determination of multi-stage vehicles; dynamics of rigid and flexible spacecrafts; attitude control devices including momentum exchange; gravity gradient; mass movements and reactor rockets; application of active control for bang - bang control of thrusters.



## کنترل آماری

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱

مروری بر اصول و فرآیندهای آماری (Stochastic)، تئوری و قضایای پایه‌ای آماری، تخمین بیشین، فرآیندهای اتفاقی و خصوصیات مارکوف، فیلتر و هموار کردن، پیشگویی خطی، فیلتر Kalman در حالت‌های پیوسته و ناپیوسته، پایداری فیلترها، حساسیت به خطاهای مدلسازی، احساس گرها، مسئله Robustness محاسبه‌ای، فیلتر گوسی، فیلترهای سازگار.

### Stochastic Control

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Mathematics I

Brief review of Stochastic Process fundamentals and theories; Bayesian estimation, linear filtering and continuous time.

Implimentation issues; filter stability; steady state properties; sensitivity to modeling errors; sensors; numerical robustness; extended kalman filter; gaussian second-order filter; convergence analysis; adaptive filters.

## اویونیک



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

تاریخچه تکاملی اویونیک، فلسفه طراحی سیستمهای اویونیک، تکنولوژی دیجیتال شامل مایکروپروسورها، دستگاههای حافظه، Data Bus، کابین خلبان و Flight Decks، سیستمهای کنترل پروازی، مدیریت سیستمهای هواپیما، سیستمهای ناوبری و مخابراتی، رادارهای پروازی، جنگ الکترونیک و روشهای مقابله الکترونیکی.

### Avionic Systems

Credits: 3

Prerequisite: None

History and evolution of avionics; system design consideration, digital technology flight decks and cockpits; flight control systems; aircraft management systems navigation systems; communication systems; airborne radar, an overview on electronic warfare and electronic countermeasures; advanced developments.



## سیستمهای کنترل تطبیقی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: کنترل فرآیندهای تصادفی – سیستمهای کنترل چندمتغیره (یا کنترل پیشرفته)

همنیاز: تخمین و شناسایی سیستمها

مسئله کنترل و شناسایی سیستمها، تئوری فیلتر کردن، الگوریتمهای Recursive، فیلترهای تطبیقی، کنترل تطبیقی، کنترل تطبیقی بدون داشتن اطلاعات قبلی درباره توزیع اولی، کنترل Self Tuning، خودبهبوده سازی کنترل تطبیقی سیستمهای خطی و غیرخطی، مباحث پیشرفته دیگر به انتخاب استاد درس.



## سیستمهای کنترل چندمتغیره



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

نمایش سیستمهای چندمتغیره (در فضای حالت، ماتریس تابع تبدیل، کنترل سیستمهای پیوسته و منفصل، کنترل پذیری و رویت پذیری سیستمهای چندمتغیره، پایداری، صفرها و قطبهای سیستمهای چندمتغیره، سیستمهای معکوس (تعریف و کاربرد)، پاسخور حالت و پاسخور خروجی، طرح جبرانکنندهها و کنترلکنندهها، کاهش مرتبه، سیستمهای بالانس شده، کنترل خروجی در سیستمهای چندمتغیره (تعمیم نوع سیستم به سیستمهای چندمتغیره، ساختمان کلی کنترلکنندههای موردنیاز)، طراحی سیستمهای کنترل در حوزه فرکانس، رگولاتورهای درجه دوم، معادله ریکاتی، آشنایی با سیستمهای با مقیاس بزرگ، کنترل سیستمهای غیرمترکز، پایداری سیستمهای با کنترل غیرمترکز، طرح سیستمهای کنترل غیرمترکز و طبقاتی، طرح سیستمهای کنترل با کامپیوتر.

صدا و ارتعاش (منابع داخلی اغتشاشات صوت)

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ارتعاشات سیستم های ممتد  
سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.



اندازه گیری پیشرفته

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.





## دینامیک پرواز موشک

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ (یا همزمان) - دینامیک پرواز ۲

طبقه‌بندی موشکها، مروری بر اثرودینامیک موشکها، روشهای پیشگویی مهندسی، مسیر حرکت موشک، مسیر پرواز افقی، مسیر پرواز در خلأ، مسیر پرواز سه بعدی، مسیر پرواز موشکهای بالستیک نسبت به زمین چرخان، حرکات زاویه‌ای، تئوری خطی شده دینامیک پرواز موشک، معادلات حرکت زاویه‌ای موشک با کنترل ثابت و یا هندسه نامتقارن، پرواز آزاد حول محور ائروبالستیک، کوپلینگ Pitch-Yaw-Roll، روش WKBJ برای محاسبات دینامیکی مقدمه بر روشهای هدایت و کنترل، بررسی جزئیات روشهای Beam Riding, Homing, Command Guidance، مباحث منتخب.

### Missile Flight Dynamic

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Mathematics I (Con-Current)-Flight Mechanics II

Missile classifications; review of missile aerodynamics; engineering prediction methods missile trajectory; horizontal flight path; flight path in vacuum; trajectory of ballistic missiles with respect to rotating earth, angular motions, linearized missile flight dynamics; angular motion with fixed controls and or with asymmetry; free flight about aerobalistic axes, pitch, Yaw and roll coupling; introduction to navigation and control; beam riding method, homing method, command guidance method; selected topics.



## آئرو دینامیک مافوق صوت

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک ۲

مقدمه، طبقه بندی جریانات تراکم پذیر، معادلات کلی، پاسخ خطی، تئوری شاک انبساط،  
روش امواج، روش مشخصه، روش هودوگراف، جریانات تراکم پذیر روی اجسام دارای تقارن  
محوری، معادلات و روشهای حل، اجسام بهینه با پسای مینیمم، حل مخروطی Taylor, Maccol  
، بالهای سه بعدی مافوق صوت، قواعد تشابهی، قاعده مساحتی مافوق صوت، بال سه  
بعدی مافوق صوت، روش محاسبه توزیع نقاط منفرد در حل جریان مافوق صوت، روش میدان  
مخروطی، اثرات لزجت در جریانات مافوق صوت، تداخل امواج ضربه ای و لایه مرزی،  
طراحی کانالها و تونل باد مافوق صوت.

## آئرو دینامیک مادون صوت



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک ۲

روند تکاملی مقاطع بال از آغاز تاکنون، مقاطع بال ویژه عدد رینولدز پایین، روشهای نگاهت همدیسی و مقاطع بال جوکوفسکی و کارمن ترفتز (Conformal mapping)، مروری بر تئوری ایرفویلهای نازک، روش Weissinger، ایرفویلهای فلپ دار، اثرات تراکم پذیری، تجهیزات و روشهای افزایش برا شامل افزایش سرکولاسیون و کنترل لایه مرزی، مروری بر بال سه بعدی، ترکیب پسایی آن، اثرات نزدیکی با زمین (Ground Effect)، روش تقریبی شرینک برای بالها با بار غیریکنواخت، بال پیچش دار و روشهای تحلیل، اثرات Winglets, Sweep، قاعده مساحتی مادون صوت، روشهای پتلی، ارائه برنامه کامپیوتری، محاسبه خواص و طراحی مقاطع بال، روشهای عددی محاسبه جریان ایده آل از روی بال متناهی، سطوح برآزا، شبکه های گردابه ای، ارائه برنامه های کامپیوتری محاسبه سه بعدی جریان ایده آل اطراف ترکیبهای بال و بدنه هواپیما، جریانهای سه بعدی واقعی، معرفی ویژگیها و مشکلات مباحث ویژه.



## تئوری لایه مرزی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: اثرودینامیک ۱

اصول اساسی حرکت سیال با چسبندگی، کلیات حرکت سیالات با اصطکاک، کلیات نظریه معادلات نوبر استوکس، لایه‌های مرزی، لایه‌های مرزی رژیم آرام، معادلات ۳ بعدی گذرش، توزیع (Transition) مبدأ رژیم مغشوش، پایداری جریان آرام، لایه‌های رژیم درهم (مغشوش)، انرژی در جریان مغشوش، لایه‌های مرزی در رژیم مغشوش، سیال غیرقابل تراکم با گرادیان فشار، لایه‌های مرزی در رژیم مغشوش، سیال غیرقابل تراکم با گرادیان فشار، روشهای تخمین پسای مقاطع بال، روشهای حل بلازیوس فالکنر اسکن برای جریان غیرقابل تراکم لزج، پایداری لایه مرزی در غیرتراکم‌پذیر.

### Boundary Layer Theory

Navier - Stokes equations,

The Boundary Layer concept (Prandtl's view),

2-D Laminar Boundary Layer

Blasius solution, Falkner-skan solution, stability of the Boundary layer, compressible flows with pressure gradient, Transition, Turbulent boundary layer, Drag Estimation of wing sections, wing B. L. Theory.



## مکانیک سیالات عددی ۱

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: متد محاسبات عددی پیشرفته - ریاضیات پیشرفته ۱

مقدمه و مفاهیم اصلی، تاریخچه و مقایسه CFD با دیگر روشهای تئوری و تجربی، وجود و یگانگی جوابها، هماهنگی پایداری و همگرایی حل، معادلات اصلی و حالتهاى خاص آنها، فرمهای بقائی و غیربقائی معادلات - متدهای اختلاف محدود و پایداری آنها، روشهای تولید فرمهای اختلاف محدود شامل بسط سری تیلور و غیره، فرمهای اختلاف بقائی و تفاضل جابجائی، پایداری و بررسی آن به روشهای اغتشاش جزئی، ون نیومن و هیرت، شرط پایداری CFL - کاربرد متدهای مختلف اختلاف محدود در مورد سیال لزج غیر قابل تراکم با ذکر مثالهایی از تفاضل سازیهای FTCS, Leap Frog, Upwind، متدهای ضمنی مانند ADI و متدهای صریح، متدهای حل معادلات توسط روشهای مستقیم و تکراری مانند SOR - شرایط مرزی، انواع مختلف شرایط مرزی و طرز اعمال آنها در شبکه مستطیلی راه حلهاى متفاوت برای معادلات هذلولی، بیضوی و سهمی - روش پنل، روش شبکه گردابه‌ای و متد اجزاء محدود در حل مسئله سیالات.



## آثرو دینامیک پیشرفته

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آثرو دینامیک ۲

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.



## توربولانس



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: لایه مرزی، جریان لزج

مقدمه‌ای بر مفاهیم اساسی توربولانس با تأکید بر روشهای مهندسی، معادلات حاکم مومتم و انرژی و معرفی کمیتهای انتقالی، مکانیزم ایجاد و Dissipation توربولانس و قوانین Scaling، معادلات میانگین شده رینولدز و انتقال تنشهای رینولدز، بررسی نقش فیزیکی عبارات جابجایی لزجت و گرادیان فشار از طریق معادلات، اصول آماری و قوانین میانگین‌گیری تعاریف همبستگی و طیف توربولانس، توربولانس همگن و ایزوتروپیک، مدلسازی توربولانس و مسئله Closure، مدل‌های رایج توربولانس و روشهای حل، روشهای ساده Closure برای جریان آزاد مغشوش و جریان برشی آزاد مغشوش شامل جریان جت درون لوله و کانالها، جریان درون لایه مرزی و Plume، روشهای اندازه‌گیری خواص جریان مغشوش، مباحث ویژه.

## تولید شبکه محاسباتی



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱

مقدمه و تاریخچه، مفاهیم اولیه، تبدیل بین میدانهای فیزیکی و محاسباتی، معرفی شبکه‌های سازمان‌یافته و بدون سازمان، تولید شبکه با سازمان، روابط تبدیلی، کاربرد عددی، تولید شبکه بیضوی، معادلات لاپلاس و پواسون، شرط مرزی، کنترل نقاط گره، تولید شبکه سهموی و هذلولی، روشهای تولید شبکه جبری، میانبایی یک و چند جهتی، روشهای تولید شبکه متعامد یا نزدیک متعامد، شبکه‌های تطبیقی یک و چند بعدی، تولید شبکه بدون سازمان، روش کاربرد، اهمیت و مشکلات، الگوریتمهای جستجو، روشهای مثلث‌سازی، مباحث ویژه، شبکه مخلوط، شبکه بدون سازمان روی سطوح، مثالهای کاربردی.

## جریان لزج



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک ۲

مقدمه، مروری بر دینامیک سیالات و انواع جریان، فرموله کردن معادلات جریان لزج در حالت کلی، فرموله کردن معادله پیوستگی (بقای جرم) برای جریان لزج در حالت کلی، فرموله کردن معادلات اندازه حرکت خطی (ممنتوم یا قانون دوم نیوتن) برای یک جریان لزج در حالت کلی، فرموله کردن معادله انرژی برای یک جریان لزج در حالت کلی، جریان با عدد رینولدز کم، (Creep Flow) جریان با اعداد رینولدز زیر ۱۰۰۰۰، حل‌های دقیق جریان لزج شامل جریان استوکس، Raykigh, Couette محدودده جریان ایستاده در جریان دو بعدی با تقارن محوری، تئوری لایه مرزی آرام در جریان تراکم‌پذیر، جریان بدون گرادیان فشار و با گرادیان فشار، لایه مرزی سه بعدی، مسائل Syke's, Bodewadt تئوری تریپل دک، اثرات تداخلی، لایه مرزی مغشوش، دینامیک گردابه‌ها، پدیده جدایی در جریان‌ات دو و سه بعدی.



## مکانیک سیالات عددی ۲

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مکانیک سیالات عددی ۱

مقدمه و یادآوری، شبکه‌های منطبق بر جسم، روشهای مختلف تولید این شبکه شامل روشهای جبری معادله دیفرانسیل و تصاویر همگون، خطاهای ایجاد شده و طرز اعمال این نوع شبکه‌ها، متدهای تفاوت محدود جهت حل جریان قابل تراکم بدون لزجت، روشهای حل معادلات پتانسیل خطی و غیرخطی، معادلات اویلر، فرمهای بقائی و غیربقائی، حل جریان حدود صوت و متدهای Multi-Grid Method, Approximate Factorization، کاربرد متدهای تفاوت محدود، جریان قابل تراکم بدون لزجت، متدهای Shock Capturing & Shock Fitting و پایداری آنها، مستهلک کردن موج ضربه‌ای بوسیله تلفات مصنوعی، معادلات توأم با اثرات لزجت و قابلیت تراکم، روشهای منطقه‌ای، تأثیر جریان لزج و بدون لزجت، تداخل موج ضربه‌ای و لایه مرزی، حل معادلات از طریق شبیه‌سازی گردابه‌های بزرگ و میانگین‌گیری رینولدز، معادلات Parabolized Navier-Stokes و روش حل آنها، کاربرد متدهای ضمنی و صریح در موارد فوق.

## آئرو دینامیک هیلکوپتر

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : آئرو دینامیک ۲

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.





## آئرو دینامیک غیردائم

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک پیشرفته

آئرو دینامیک ایرفویلها، بالها و Cascades ثابت در جریان غیرپتانسیل دائم، آئرو دینامیک ایرفویلها، بالها و Cascades متحرک در جریان یکنواخت، روشهای تحلیلی و محاسبه‌ای برای پیش‌بینی فشار روی اجسام در حال حرکت غیردائم در جریانات مادون صوت، مافوق صوت و نزدیک صوت، اثرات لزجت، لایه مرزی و تولید اکوستیک آئرو دینامیکی، جریانات جدا شده غیردائم، پدیده واگرایی دینامیکی، واماندگی دیفیوزر، پراکندگی و Bursting گردابه‌ها، جریان غیردائم درون توربوماشینها.

## جریانهای چندفازی

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته ۱

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.





## آئرو دینامیک ماوراء صوت



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: آئرو دینامیک ۲

مقدمه، مفاهیم اصلی و مدلسازی جریانهای ماوراء صوت، جریانات ماوراء صوت غیر لزج، روابط شوک و پارامترهای تشابهی، روابط انبساط امواج ماوراء صوتی، روشهای متکی به شیب سطح، قوانین نیوتنی و اشکال بهینه روش شوک و انبساطی، روشهای تقریبی حل غیر لزج، نظریه اغتشاش جزئی در جریانات ماوراء صوت، روابط تشابهی و اصول امواج انفجاری، تئوری لایه ای باریک، روشهای دقیق حل جریان غیر لزج ماوراء صوت، روش مشخصه ها، اجسام پخ، معادلات اولر، جریان ماوراء صوت لزج، معادلات حاکم، پارامترهای تشابهی و شرایط مرزی، معادلات لایه مرزی در جریان ماورا صوت، روشهای حل محاسبه ای جریان لزج ماوراء صوت، اثرات تداخلی و مباحث ویژه.

## تئوری اغتشاشات



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.

## دینامیک سازه

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.





## تحلیل سازه‌های پیشرفته‌ی هوافضایی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: تحلیل سازه‌های فضایی



## روشهای اجزا محدود

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ارتعاشات پیشرفته و ریاضیات پیشرفته ۱



## طراحی پیشرفته وسایل نقلیه هوایی

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: طراحی هواپیما ۲

مطالعات موردی و ترکیب جامع پروژه در خصوص هواپیماها، موشکها و فضاپیماها. بررسی محدودیتهای طراحی هواپیما شامل: میدان فرود (فرودگاه)، کنترل ترافیک، تفرانس فیزیکی خدمه پرواز و مسافری. صدا: تعاریف، منابع، کاهش و میرایی صدا؛ تخمین صدای موتور، بدنه، هواپیمای ملخدار و روند طراحی. توسعه و پیشرفت در مفاهیم طراحی شامل هندسه متغیر، تکنولوژی کنترل فعال، توان بالا بردن لیفت، بال مورب رو به جلو. ملاحظات اقتصادی و هزینه‌یابی: هزینه اولیه، هزینه‌های عملیاتی، سیکل عمر. قابلیت تعمیر و نگهداری، قابلیت اعتماد، قابلیت دسترسی، و قابلیت ترمیم، نصب مهمات. جنبه‌های عمومی طراحی وسایل نقلیه هوایی شامل: هواپیماهای جنگی، خطوط هوایی و هواپیماهای شخصی - تجاری، هواپیماهای باری، سفاین فضایی، موشکهای هدایت‌شونده، سکوها پرتاب سفاین فضایی. جنبه‌های استقرار بال، موتور، ارابه فرود، بدنه هواپیماهای جنگنده و شخصی و موشکها، تخمین وزن و نیروی پسا، قوانین سطح و متدهای تخمین وزن، عملکرد مسیر پرواز، حالت کروز صعود، برخاستن (بلند شدن) و نشست (فرود آمدن)، کنترل و پایداری، استاتیک (ایستا) و دینامیک (پویا).

### Advance Aerospace Vehicle Design

No of Credits: 3

Prerequisites: Aircraft Design II

Overall project synthesis and case studies of aircraft and missiles and spacecraft.

Study of constraints on the design of aircraft, airfield, air traffic control, crew and passenger physical tolerance; definitions, sources, attenuation of noise, noise estimation of powerplants, airframes, rotorcraft, effect of noise on design trends; developments in design.

Concepts concluding variable geometry, active control technology, powered lift, forward sweep; cost and economic considerations (initial cost, operating and life cycle costs). maintainability, reliability, accessibility and vulnerability, weapons

installations; design aspects of vehicles including combat aircraft, airliners, civil, V/STOL, freighters, airships, guided missiles, space launchers.

Layout aspects of wing, powerplant, landing gear.fuselage of combat and civil types weight and drag prediction: Drag sources polar estimation; area rules: and weight prediction methods. Flight path performance, cruise: climb; Take-off and landing, stability and control, static and dynamic.





## طراحی سازه‌های فضایی پیشرفته

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: تحلیل سازه‌های فضایی

بالانس نمودن و مسیرهای بارگذاری، برآیندهای اصلی بارگذاری، احتیاجات مقاومت و سختی، مؤلفه‌ها و جانمایی سازه‌ای، سطوح پرواز، بدنه‌ها، توزیع کارآمد مواد جهت برآورده نمودن احتیاجات: سختی، مقاومت و پایداری، طراحی الاستیک سازه‌های کارآمد، طراحی محدود، مودهای چندگانه عدم پایداری: ستونها (بال و بدنه هواپیما)، پنل‌های تحت فشار، فاصله‌بندی تکیه‌گاه، اثر محدودیتهای ابعادی، بهینه‌سازی نظری سازه‌ها، انحرافات توزیعات تنش اساسی: ورود بارهای متمرکز، مهار تاب برداشتن در پوسته‌ها، دریچه‌ها، پراکندگی، پوسته‌های فشار.

### **Aerospace Structural Layout & Design**

Credits: 3

Prerequisite: Aerospace Structural Analysis

Load balance and load paths; basic load resultants; requirements for strength and stiffness; structural layout and components; flying surfaces; fuselage; efficient distribution of material to meet requirements: (a) stiffness. (b) strength and stability. elastic design of efficient/ structures. Limit Design Multiple modes of instability. struts, compression panels, support spacing. Effect of Dimensional constraints.

Theoretical optimum structures. Departures from Elementary stress Distribution input of concentrated loads. Warping restraint in shells. cutouts, diffusion, and pressure shells.



آنروالاستیسیته



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مکانیک محیطهای پیوسته

## ارتعاشات سیستمهای ممتد



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان

مروری بر ارتعاشات آزاد و اجباری دو درجه آزادی و وابسته، مختصات عمومی و اصلی، سیستمهای چند درجه آزادی (حل معادلات دیفرانسیل، محاسبه مقادیر و بردارهای ویژه، مقادیر ویژه مضاعف، مود حرکت جسم صلب، روش ضرائب اثر، ماتریسی و عددی)، روش تقریبی حل عددی ارتعاشات سیستمهای چند درجه آزادی (روش دانکرلی)، Dunkerley ریلی - ریتز (Rayleigh-Ritz)، هولزر (Holzer)، میکل اشتات (Myklestad) نسبت ریلی.

ارتعاش طولی نخ و عرضی تیرها، پیچشی میلهها با شرایط سرحدی مختلف به فرم استاندارد یا غیرمتعارف، فرکانسهای طبیعی و شکل مودها، گسترش و انتشار امواج فشاری در میلهها، ارتعاشات جانبی تیرها، معادله اویلر-برنولی یا شرایط مرزی متداول و غیرمعمول، روشهای کلاسیک تقریبی در حل سیستمهای ممتد و روش انرژی (لاگرانژ، هامیلتون، کار مجازی، توابع اتلافی)، تیر تیموشنکو، روش ماتریس انتقال برای سیستمهای چند درجه آزادی و ممتد.

مقدمه‌ای بر ارتعاشات غشاء، روش امپدانس و موبیلیتی، مقدمه‌ای بر ارتعاشات صفحات.

### Vibrations of Continuous Systems

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Math.I or Simultaneous

Review of two D.O.F. and coupled systems; exact solution of multidegree of freedom systems; approximate solution; vibration of continuous systems, strings, beams, Euler's-Bernouli beam; classical and approximate solution of continuous media; energy methods (Lagrang, Hamilton, Virtual work); Timoshenko beam; transfer matrix method for multi-degree and continuous systems. Impedance and mobility method. Shells and plates vibrations.



## خستگی و شکست و خزش

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مقاومت مصالح ۲ و تحلیل سازه

(۱) طیف خستگی بارگذاری، انتخاب مواد، طراحی برای عمر سالم (بی خطر) و ناسالم (پرخطر)، آنالیز ایمنی، قابلیت اعتماد و عمر سازه، مقدمه‌ای بر خستگی صوتی بی نظم و تصادفی

(۲) پروسه جریان و شکست (گسیختگی) در مواد کریستالی، تست کششی، مودهای شکست (گسیختگی) فاکتورهای شدت تنش، مکانیک شکست، شروع و رشد ترک خوردگی.

### Fatigue and Fracture

Credits: 3

Prerequisites: Conitnuum Mechanics

- 1) Fatigue load spectra, material selection. Design for safe life and fail safe. Analysis of structural safety reliability and life. Introduction to random and acoustic fatigue.
- 2) Flow and fracture processes in crystalline materials. The tension test; fracture modes; stress intensity factors; fracture mechanics; crack initiation and growth.



## مکانیک مواد مرکب

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱

تعاریف و مفاهیم پایه، مواد تشکیل دهنده مواد مرکب، ساختار و نحوه آماده سازی، میکرومکانیک و ماکرومکانیک مواد مرکب، نحوه تقویت الیاف، کاربردهای سازه‌ای، رفتار الاستیک لایه در یک جهت، مقاومت لایه در یک جهت، آزمایش یک بعدی بر روی لایه، رفتار الاستیک لایه‌ها در چند جهت، تئوری لایه‌ای شدن، تخمین و پیش‌بینی ثابت‌های الاستیک، تحلیل تنش و مقاومت لایه‌های چندجهتی، تئوری تسلیم و اثرات آماری در آن، طراحی سازه‌ها و نحوه بهینه کردن.

### **Mechanics of Composite Materials**

Credits: 3

Prerequisite: Advanced Mathematics I

Structure and method of preparation of fibers and fiber reinforced composites, micromechanics and macro mechanics of fibers and particle reinforced composites; prediction of elastic constants and strength; stress analysis; interfacial mechanics and properties; structural Design and optimisation.

## تحلیل تجربی تنش



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ندارد

اصول تئوری الاستیسیته، تحلیل تنش، استفاده از کرنش سنج، استفاده از کرنش سنجهای مکانیکی، نوری، اکوستیکی، دیفراکتوگرافی، الکتریکی، فتوالاستیسیته، حلقه‌های مویر و (MOIRE) پوشش دادن، ابزار مربوط به اندازه‌گیریهای کرنش سنج، روشهای طراحی حس‌کننده کرنش.

### Experimental Vibration and Shock Analysis

Credits: 3

prerequisites:

Fundamental of the theory of elasticity, stress analysis by strain measurement, use of mechanical, optical, acoustic, diffractographic, and electrical strain gauge: Photoelasticity, Moire techniques and coatings; strain gauge instrumentation, techniques of sensor design.

## پایداری سازه‌های هوایی



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: مقاومت مصالح دو و تحلیل سازه‌ها

پنلهای پوسته و ستونهای فرعی بال هواپیما (استرینگر)، مودهای کمانش، ساخت، اثر متقابل بین رفتار مودهای بعد از کمانش، حساسیت ناقص، نبشی برشی، کشش اریبی تکمیل نشده، و نبشی‌های موج‌دار، کمانش تیرها، متد دقیق کمانش موضعی، پایداری قابها، برنامه کامپیوتری پنلهای سخت شده، اثر تسلیم، تنش باقیمانده در اثر جوشکاری، تخمین فروپاشی سازه‌های با دیواره نازک، پوسته‌های استوانه‌ای شکل تحت تراکم و فشار خارجی، رفتار واقعی پوسته‌های ناقص، اثر تقویت، پوسته‌های کروی.

### **Aerospace Structural Stability**

Credits: 3

Prerequisites: Continuum Mechanics

Stringer-skin panels, modes of buckling, other forms of construction, interaction between modes, post-buckling behaviour.

Imperfection sensitivity; shear webs; incomplete diagonal-tension; corrugated webs; buckling of beams; exact methods for local buckling; computer program for stiffened panels; effect of yielding; residual stress due to welding; prediction of collapse of thin walled structures; cylindrical shells under compression or external pressure real behaviour of imperfect shells, effect of reinforcement; spherical shells.

## دینامیک پیشرفته



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ریاضیات پیشرفته ۱ یا همزمان

مروری بر سینماتیک و سینتیک جسم صلب در فضا، معادلات و زوایای اویلر، معادلات حرکت با استفاده از مختصات عمومی، اصول بقاء ممنتوم، مقدمه‌ای بر روش واریاسیون، روش هامیلتون، روش لاگرانژ، روش انرژی، اثرات ژيروسکوپیک، حل قسمتهای خطی یک حرکت پایدار شامل: تانسورهای لنگرمانند، چرخش کلی در حول یک نقطه، تئوری ارتعاشات کوچک، فرکانسها، حرکت تحت نیروی مرکزی، بحث تعادل و پایداری. کاربردها شامل: حرکت ماهواره‌ها، ردیابی راکتهای فضایی، مسائل دو جسم، بررسی مسائل موجود در دریانوردی، تعادل سفینه‌های فضایی، دینامیک سیستمهای جرمی متغیر، ارتعاشات حاصل از جریان سیالات، دینامیک روتورها، ژنراتورها، توربینها، استفاده از کامپیوتر در معادل سازی سیستمهای دینامیکی.

### Advanced Dynamics

Credits: 3

Prerequisite: Adv. Math. I or Simultaneous

Review of kinematics and kinetics of rigid body in space; Euler's equations and angles; generalized coordinates, principles of momentum; gyroscopic effects; small amplitude vibrations; Mass moment of inertia tensor, general motion around a fixed point, frequencies, Central force, Application: Space crafts, tracing scape craft, two body problem, ocean navigation. Dynamics of systems with variable mass, flow induced vibration, Rotor dynamics, generators, turbines computer application dynamic simulation.

## ارتعاشات پیشرفته



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ارتعاشات سیستمهای ممتد

بررسی و طبقه‌بندی انواع سیستمهای غیرخطی، مروری بر اجزاء خطی و حوزه کارکرد آنها، فنر غیرخطی، اصطکاک خشک، مستهلک‌کننده ویسکوز معادل، انرژیها، ارتعاشات آزاد و حل دقیق، صفحه فازی، نقاط منفرد، ساختن مسیرهای صفحه فازی، متد پاره خط، متد Lienard، روش نوسانات کوچک، متدها رمونیک بالانس، تأثیر استهلاک بر روی نوسانات آزاد، انواع استهلاک، ارتعاشات سیستمهای خودمرتتش، پایداری و سیکل حد، روش ریتز و کالرگین، تغییرات دامنه با زمان، بررسی سیستمهای خودمرتتش با ذکر مثالهای متعدد، معادله ون درپول، ارتعاشات سیستمهایی که پارامترهایش به صورت پریودیک تغییر می‌کنند، آنالیز تاب‌بازی، معادلات دیفرانسیل Hill، Mathieu و Meissner، پاندول با نقطه آویز مرتتش، پاندول وارونه، ارتعاشات اجباری سیستمهای غیرخطی، نوسانات Subharmonic، روش میانگین ریتز، ارتعاشات اجباری سیستمهای خودمرتتش، پدیده کشش فرکانسی، ارتعاشات سیستمهای مرتبط، پاندول ساده با نخ الاستیک، معادلات لاگرانژ برای به دست آوردن معادلات حرکت، پاسخ گذرا با استفاده از صفحه فازی، تحریکات به فرم پله‌ای و ضربه‌ای با مدت زمان مختلف و قطعه قطعه (Piece-Wise).



تئوری صفحه ها و پوسته ها



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز :

سرفصل دروس : متعاقباً اعلام می شود.

## ارتعاشات اتفاقی



تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز:

مقدمه و توضیحی بر ریاضی فرآیندهای اتفاقی، پاسخیه تحریک آنی و پاسخیه فرکانس، سیستمهای خطی دینامیکی مستقل از زمان، احتمالات، ارتباط احتمالی یک سری مشاهدات منظم و نامنظم و دانسیته طیف پاسخیه ساکن، توزیع ماکزیممها، فرآیندهای آنی ایجاد شده توسط شمارش تصادفی، کاربرد ارتعاشات در مسائل متأثر از تحریک اتفاقی با باند وسیع، اندازه گیری و مشابه سازی ارتعاش اتفاقی، به کارگیری داده ها از طریق عددی و آنالوگ، شکست در اثر بارگذاری اتفاقی حاصل از خستگی.