



دانشگاه شهید چمران اهواز

## طرح درس ارتعاشات مکانیکی



دانشکده کشاورزی - گروه مهندسی  
بیوسیستم

دانشکده / گروه

کارشناسی مهندسی مکانیک بیوسیستم

رشته تحصیلی

ارتعاشات مکانیکی

عنوان و کد درس

Mechanical Vibrations

تعداد واحد و نوع ۳ واحد تئوری



پیش نیاز درس ریاضیات مهندسی، دینامیک

ترم تحصیلی نیمسال دوم سال تحصیلی ۹۶-۹۷

نام استاد: دکتر محمد اسماعیل خراسانی فردوانی

آدرس ایمیل: e.khorasani@scu.ac.ir

### دریافت نسخه الکترونیکی طرح درس

#### خلاصه درس :

**تئوری:** حرکات نوسانی: تعاریف، حرکات تناوبی و هارمونیک، خواص حرکات نوسانی، درجات آزادی؛ مدل ریاضی سیستمهای دینامیکی، سیستمهای خطی و غیر خطی؛ ارتعاشات آزاد: معادلات حرکت سیستم با استفاده از قوانین نیوتن، روش انرژی، ارتعاشات طبیعی انواع سیستمهای خطی یک درجه آزادی بدون استهلاک و یا استهلاک خطی، ارتعاشات میرا (گذرا)، کاهش لگاریتمی، جرم موثر و معادل؛ ارتعاشات اجباری: انواع تحریکهای خارجی، ارتعاشات پایدار با استفاده از عکس العمل زمانی و فرکانسی سیستم نسبت به تحریک ورودی نیرو و جابجایی پایه اصلی در حرکت کلی سیستم، ارتعاشات پیچشی میلهها، ارتعاشات القائی سیستمها ناشی از دوران جرم خارج از مرکز و حرکت رفت و برگشتی؛

کاربرد ارتعاشات: کاربرد فنرها و مستهلک کننده لزجی بصورت موازی و تحت زاویه، انرژی تلف شده توسط مستهلک کننده لزجی، اصطکاک خشک (Cloumb) استهلاک سازه‌ای و توربولانس، مستهلک کننده لزجی معادل، کاهش ارتعاشات و ایزولاسیون، انواع ایزولاتروها، قابلیت انتقال نیرو و جابجایی مطلق و نسبی، محاسبه کاهش ارتعاشات و ایزولاسیون، محاسبه ضریب استهلاک از روشهای تجربی، مستهلک کننده ویسکوالاستیک، وسایل اندازه‌گیری ارتعاشات؛

سیستمهای دو درجه آزادی: معادلات دیفرانسیل ارتعاشات از روش پیکره آزاد، مودهای طبیعی، حرکت کلی سیستم، مختصات عمومی، مختصات اصلی پدیده ضربان، ارتعاشات آزاد خطی، ارتعاشات اجباری، جاذب دینامیکی ارتعاشات، انواع جاذبهای صنعتی، ارتعاشات سیستمهای مرتبط (وابسته)، روش انرژی برای بدست آوردن معادلات حرکت؛ سرعت بحرانی محورهای دوار: محور دوار با دیسک و تحت شرایط سرحدی مختلف، سرعت بحرانی، انحراف دینامیکی محورها، اثر استهلاک و اصطکاک در سرعت بحرانی محورها.

### اهداف یادگیری درس:

- ۱- آشنایی با مفاهیم پایه ارتعاشات سیستم های مکانیکی، کاربردها و اهمیت موضوع
- ۲- یادگیری نحوه مدل سازی مسایل واقعی به صورت مدل
- ۳- آشنایی با نحوه محاسبه جرم و فنریت معادل در سیستم های یک درجه آزادی
- ۴- یادگیری نحوه استخراج معادلات حرکت سیستم با استفاده از قوانین نیوتن، روش انرژی، ارتعاشات طبیعی انواع سیستمهای خطی یک درجه آزادی
- ۵- تحلیل پاسخ سیستم های یک درجه آزادی با و بدون نیروی واداشته
- ۶- استخراج معادلات سیستم های دو و چند درجه آزادی و تحلیل پاسخ سیستم
- ۷- آشنایی با ابزارهای اندازه گیری ارتعاشات و روشهای تجربی بدست آوردن مشخصات ارتعاشی سیستم های واقعی

### روش تدریس و یادگیری:

- استفاده از تخته-ماژیک
- نمایش اسلاید و فیلم
- استفاده از وبلاگها و سایتهای مرتبط
- انجام کار عملی با نرم افزار متلب

### برنامه هفتگی (بخش تئوری):

ساعات تدریس	موضوع جلسه	هفته
2	آشنایی با مفاهیم پایه ارتعاشات سیستم های مکانیکی، کاربردها و اهمیت موضوع	۱
2	حرکات نوسانی: تعاریف، حرکات تناوبی و هارمونیک، خواص حرکات نوسانی، درجات آزادی	۲
2	ساده سازی و استخراج مدل ریاضی سیستمهای دینامیکی، سیستمهای خطی و غیر خطی	۳
2 2	جرم معادل و ساده سازی سامانه های ارتعاشی یک درجه آزادی با بیش از یک جرم فنر معادل، فرکانس طبیعی، تشدید، ضربان و کاربردهای مرتبط	۴

		۵
	حل تمرین	۶
2	معادلات حرکت سیستم با استفاده از قوانین نیوتن، روش انرژی، ارتعاشات طبیعی انواع	۷
2	تحلیل پاسخ سیستمهای خطی یک درجه آزادی بدون استهلاک و یا استهلاک خطی	۸
2	ارتعاشات میرا (گذرا)، کاهش لگاریتمی	۹
2	امتحان میان ترم	۱۰
2	قابلیت انتقال نیرو و جابجایی مطلق و نسبی	۱۱
2	ارتعاشات اجباری: انواع تحریکهای خارجی	۱۲
	ارتعاشات پیچشی میله‌ها، انواع تحریکهای خارجی، ارتعاشات با پایه برانگیخته ،	۱۳
2	حل تمرین	۱۴
2	ارتعاشات القائی سیستم‌ها ناشی از دوران جرم خارج از مرکز و حرکت رفت و برگشتی	۱۵
2	کاربرد فنرها و مستهلک کننده لزجی ، انرژی تلف شده توسط مستهلک کننده لزجی	۱۶
2	آشنایی با حسگرها و وسایل اندازه‌گیری ارتعاشات (شتاب سنج ها ، سرعت سنج ها و جابجایی سنج)	۱۷
2	استخراج معادلات سیستم های دو درجه آزادی	۱۸
2	جاذب دینامیکی ارتعاشات، انواع جاذب‌های صنعتی، ارتعاشات سیستم‌های مرتبط	
2	حل تمرین	۱۹
2	محاسبه شکل مود و پاسخ سیستم های دو درجه آزادی	۲۰
2	بالانس محورهای دوار و تشخیص خرابی با استفاده از روشهای پایش ارتعاشات	۲۱
2	سرعت بحرانی محورهای دوار: محور دوار با دیسک و تحت شرایط سرحدی مختلف	۲۲
2	اثر استهلاک و اصطکاک در سرعت بحرانی محورها.	۲۳
2	تحویل پروژه های نرم افزاری متلب	۲۴

برنامه زمانی هفتگی کلاس: یکشنبه‌ها ۱۴-۱۶ کلاس ۱۴ سه شنبه‌ها ۸-۱۰ (یک هفته در میان)

ساعت رفع اشکال: شنبه‌ها ۱۰-۱۲ ، یکشنبه‌ها ۱۰-۱۲ دوشنبه‌ها ۱۱:۳۰-۱۳

## نحوه ارزشیابی بخش تئوری

شماره هفته برگزاری	وزن المان ارزشیابی (%)	متد ارزشیابی
در طول ترم، تحویل هر هفته	10%	ارزشیابی مستمر
هفته ۸	45%	شامل تکالیف دستی و نرم افزاری امتحان میان ترم (نوشتاری)
زمان امتحان	45%	امتحان پایان ترم (تئوری)(عملکردی)

## مراجع اصلی:

- ارتعاشات مکانیکی اس اس رائو، ویرایش چهارم جلد اول (۷-۱)، ترجمه بهرام پوستی، انتشارات متفکران
- 1-Rao, S. S. 2003. Mechanical Vibrations. 4<sup>th</sup> Ed. McGraw Hill.
- 2-Thomson, W.T. & Dahleh, M. D. 2001. Theory of Vibrations with Applications. Fifth Ed. Prentice Hall. NY.
- 3-Tse, F. S., Morse, I.E. & Hincle, R. T. 1987. Mechanical Vibrations. Theory and Applications. 2<sup>th</sup> Ed. Allyn and Bacon Inc.

## قوانین در صورت تاخیر تکالیف تحویلی و شرایط اعطاء وقت اضافه:

- ۱- تکالیف فردی باید دقیقاً در زمان مقرر تحویل داده شود و در صورت تاخیر ۱۰٪ از نمره احتسابی برای آن المان ارزشیابی کسر خواهد شد.
- ۲- دانشجویان می بایست تکالیف و گزارش ها را در زمان مقرر بصورت فایل نرم softcopy در پایگاه Schoology درس بفرستند و گزارش پرینت شده hardcopy را مستقیماً" به استاد درس تحویل دهد.

## قوانین برخورد با سرقت ادبی :

- ۱- در صورت کپی برداری در تکالیف فردی، نمره صفر به آن تکلیف داده می شود.
- ۲- در صورت مشاهده هر یک از مصادیق تقلب در آیتم های ارزشیابی، نمره مربوطه صفر منظور گردیده و از شرکت در امتحان پایان ترم ممانعت خواهد شد .
- ۳- سرقت علمی باعث مخدوش شدن چهره علمی و نابودی حیثیت دانشگاه می شود و خسارتی بی جبران را برای جامعه علمی کشور در پی خواهد داشت، بنابراین با آن به شدت برخورد خواهد شد.

عنوان درس به فارسی	تعداد واحد	*	جبرانی	نظری	۳	دروس پیشتاز
ارتعاشات مکانیکی	۳			عملی	-	
	عنوان درس به انگلیسی	تعداد ساعت		نظری	پایه	ندارد
۴۸		آموزش تکمیلی عملی		عملی		
	نظری		اختیاری			
	عملی					
	نظری					
<b>Mechanical Vibration</b>	سفر علمی	دارد	ندارد	□	□	□
	سمینار	کارگاه	آزمایشگاه	□	□	□

### اهداف کلی درس:

آشنایی با مفاهیم حرکت های نوسانی، ارتعاشات سیستم های یک درجه آزادی و چند درجه آزادی  
سرفصل یا رئوس مطالب :

حرکات نوسانی: تعاریف، حرکات تناوبی و هارمونیک، خواص حرکات نوسانی، درجات آزادی؛ مدل ریاضی سیستمهای دینامیکی، سیستمهای خطی و غیر خطی؛ ارتعاشات آزاد: معادلات حرکت سیستم با استفاده از قوانین نیوتن، روش انرژی، ارتعاشات طبیعی انواع سیستمهای خطی یک درجه آزادی بدون استهلاك و یا استهلاك خطی، ارتعاشات میرا (گذرا)، کاهش لگاریتمی، جرم موثر و معادل؛ ارتعاشات اجباری: انواع تحریکهای خارجی، ارتعاشات پایدار با استفاده از عکس العمل زمانی و فرکانسی سیستم نسبت به تحریک ورودی نیرو و جابجایی پایه اصلی در حرکت کلی سیستم، ارتعاشات پیچشی میلهها، ارتعاشات القائی سیستمها ناشی از دوران جرم خارج از مرکز و حرکت رفت و برگشتی؛ کاربرد ارتعاشات: کاربرد فنرها و مستهلک کننده لزجی بصورت موازی و تحت زاویه، انرژی تلف شده توسط مستهلک کننده لزجی، اصطکاک خشک (Cloumb) استهلاك سازه‌ای و توربولانس، مستهلک کننده لزجی معادل، کاهش ارتعاشات و ایزولا سیون، انواع ایزولاتروها، قابلیت انتقال نیرو و جابجایی مطلق و نسبی، محاسبه کاهش ارتعاشات و ایزولا سیون، محاسبه ضریب استهلاك از روشهای تجربی، مستهلک کننده ویسکوالاستیک، وسایل اندازه گیری ارتعاشات؛ سیستمهای دو درجه آزادی: معادلات دیفرانسیل ارتعاشات از روش پیکره آزاد، مودهای طبیعی، حرکت کلی سیستم، مختصات عمومی، مختصات اصلی پدیده ضربان، ارتعاشات آزاد خطی، ارتعاشات اجباری، جاذب دینامیکی ارتعاشات، انواع جاذبهای صنعتی، ارتعاشات سیستمهای مرتبط (وابسته)، روش انرژی برای بدست آوردن معادلات حرکت؛ سرعت بحرانی محورهای دوار: محور دوار با دیسک و تحت شرایط سرحدی مختلف، سرعت بحرانی، انحراف دینامیکی محورها، اثر استهلاك و اصطکاک در سرعت بحرانی محورها.

### روش ارزیابی :

ارزشیابی مستمر	۱۰٪	پروژه	--
میان ترم	۴۵٪	آزمون های نوشتاری	--
آزمون های نهایی	۴۵٪	عملکردی	--

### فهرست منابع :

- 1-Thomson, W.T. & Dahleh, M. D. 2001. Theory of Vibrations with Applications. Fifth Ed. Prentice Hall. NY.
- 2-Rao, S. S. 2003. Mechanical Vibrations. 4<sup>th</sup> Ed. McGraw Hill.
- 3-Tse, F. S., Morse, I.E. & Hincle, R. T. 1987. Mechanical Vibrations. Theory and Applications. 2<sup>th</sup> Ed. Allyn and Bacon