



دینامیک مهندسی

به همراه تست‌های طبقه‌بندی شده

مؤلفان:

پیام زرافشان

فرزاد چراغپور

بسمه تعالی

سرشناسه	: چراغپور سماواتی، فرزاد، ۱۳۵۸ -
عنوان و نام پدیدآور	: دینامیک مهندسی به همراه تست‌های طبقه‌بندی شده/ مؤلفان فرزاد چراغپور، پیام زرافشان
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، بسیج دانشجویی، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	: ۱۶۸ ص: مصور، جدول.
شابک	: ۶-۳۳-۶۹۲۷-۶۰۰-۹۷۸-۲۰۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیفا
موضوع	: دانشگاه‌ها و مدارس عالی -- ایران -- آزمون‌ها
موضوع	: دینامیک -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: دینامیک -- آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
شناسه افزوده	: زرافشان، پیام، ۱۳۶۲ -
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، بسیج دانشجویی
رده بندی کنگره	: ۱۲۹۱ ۳۳۵۲/ج LB۲۳۵۲
رده بندی دیویی	: ۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۰۶۶۳۲۸

نام کتاب	: دینامیک مهندسی
مؤلفان	: فرزاد چراغپور، پیام زرافشان
ناشر	: بسیج دانشجویی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
با همکاری	: مرکز خدمات آموزشی نصیر
نوبت چاپ	: اول
سال و محل نشر	: تهران، ۱۳۹۵
ناظر فنی چاپ	: احسان ابویی، علیرضا داودی مقدم
گرافیکست	: احسان داودی مقدم
حروفچینی و صفحه‌آرایی	: سید محمد موسوی
تیراژ	: ۱۰۰۰ جلد
قیمت	: ۲۰۰۰۰ تومان

* هرگونه چاپ و تکثیر از این اثر ممنوع و به موجب بند ۵ ماده ۲ قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان پیگرد قانونی دارد.

نشانی: خیابان شریعتی، نرسیده به پل سید خندان، دانشکده برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، مرکز خدمات

آموزشی نصیر تلفن: ۸۸۴۶۶۹۳۵-۸۸۴۶۴۷۸۰

«مرکز خدمات آموزشی نصیر» وابسته به بسیج دانشجویی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، اولین مرکز آموزشی در حیطه‌ی آمادگی آزمون‌های کارشناسی ارشد در کشور است که از شروع فعالیت‌های آن قریب به بیست سال می‌گذرد. این مرکز که در سال ۱۳۷۱ توسط دانشجویان بسیجی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی راه‌اندازی شد در طی این سال‌ها همواره در حال رشد، ترقی و تعالی بوده است و علاوه بر توسعه حیطه فعالیت‌ها و گسترش کمی مخاطبان، کیفیت آموزش و سطح علمی آن همواره روند رو به رشدی را داشته است. با توجه به این که این مرکز زیرمجموعه بسیج دانشجویی می‌باشد، اصلی‌ترین هدف خود را خدمت‌رسانی، عدالت آموزشی و ارتقاء علمی دانشجویان قرار داده است و از این جهت شاخص‌ترین مرکز آموزشی در میان مؤسسات مشابه است. این حقیقت فراتر از یک ادعا می‌باشد؛ از این رو همواره به‌عنوان مرکزی خوش‌نام و موفق در میان اساتید و دانشجویان محترم مطرح بوده است. به‌علاوه چون مسئولین و کادر این مرکز خود نیز اغلب از دانشجویان دانشگاه‌های تهران هستند؛ بیشترین ارتباط را با دانشجویان مخاطب دارند و همواره از نقطه‌نظرات آنان استفاده می‌کنند. در زیر نکاتی برای آشنایی بیشتر شما مخاطب گرامی با این مرکز ذکر می‌شود:

۱) استفاده از اساتید محرب و طراز اول دانشگاه‌های تهران که به‌لحاظ علمی جزو سرآمدترین اساتید کشور می‌باشند؛ از اصلی‌ترین نقاط قوت این مرکز است. اعتقاد ما این است که به این هدف مقدس و والا و این موفقیت هرگز نائل نمی‌شدیم مگر با مساعدت و تلاش و همکاری صادقانه اساتید گران‌قدر که در این راه، تمامی پتانسیل و انگیزه‌ی خود را سرلوحه‌ی فعالیت‌های مرکز قرار داده‌اند.

۲) رویکرد ما همواره افزایش سطح کیفی فعالیت‌ها در عین ارائه آن با کمترین هزینه می‌باشد که با تحقق آن هدف اصلی ما که خدمت‌رسانی و ارتقاء هرچه بیشتر علمی دانش‌پسندان این مرز و بوم در کنار عدالت آموزشی می‌باشد محقق می‌شود.

۳) با توجه به برگزاری ۲۰ سال کلاس‌های آموزشی و آزمون‌های آزمایشی، تجربه‌ی گران‌بهای اندوخته‌ایم که یکی از عوامل اصلی موفقیت روزافزون ما است. این تجربیات که سایر مؤسسات نیز در پاره‌ای از موارد از آن استفاده کرده و الگو گرفته‌اند، همواره مرکز خدمات آموزشی نصیر را در جایگاه پیشروترین مؤسسه آموزشی کارشناسی ارشد قرار داده است.

۴) با توجه به اهداف مذکور هزینه خدمات ارائه شده کمترین مقدار را در میان مؤسسات مشابه دارا می‌باشد، که این اختلاف عمیق بعضاً باعث تعجب و ایجاد سؤال برای مخاطبانی که تازه با این مرکز آشنا شده‌اند ولی پس از آشنایی بیشتر با این مجموعه پاسخ سؤال خود را دریافت نموده‌اند.

با عطف به سابقه درخشان این مرکز در طی این سال‌ها و ضعف موجود در زمینه‌ی کتاب‌های کارشناسی ارشد به لحاظ کیفی، این مجموعه تصمیم گرفت که در این زمینه نیز وارد شده و افتخاری دیگر به افتخارات خود بیفزاید.

«مجموعه کتاب‌های کارشناسی ارشد نصیر» که از این پس به تدریج در اختیار علاقمندان قرار خواهد گرفت، مجموعه‌ای بی‌نظیر با رویکردی نوین و ویژگی‌های منحصر به فرد به‌طوری که داوطلبان بعد از مراجعه به آن نیازی به استفاده از منابع دیگر نخواهند داشت. نظر به همکاری دانشجویان و نخبگان گران‌قدری که با خود کوله‌باری از تجربه ارزشمند علمی در سطح دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی را دارند و رعایت بالاترین کیفیت در صفحه‌آرایی و چاپ، دانشجویان عزیز لذت واقعی یادگیری را خواهند چشید.

در پایان اجر معنوی فعالیت‌های این مرکز را به شهدای دفاع مقدس، این شمع‌های همیشه فروزان بشریت که با مقاومت مردانه خود حماسه‌ای جاوید آفریدند، تقدیم می‌کنیم

مرکز خدمات آموزشی نصیر

فهرست مطالب

عنوان	صفحه	عنوان	صفحه
تقدیم به:		عنوان	صفحه
پیشگفتار		عنوان	صفحه
۱- سینماتیک		عنوان	صفحه
۱-۱- تعاریف سینماتیک ذره و جسم صلب	۱	۱-۹-۱- روابط سرعت و شتاب در دستگاه مختصات (n-t)	۱۹
۲-۱- مروری بر بردارها	۱	۲-۹-۱- حرکت دایره‌ای	۲۰
۱-۲-۱- بردار مکان	۱	۳-۹-۱- محاسبه‌ی بردارهای یک و موقعیت بر حسب متغیر طول قوس	۲۰
۲-۲-۱- کسینوس‌های هادی بردار	۱	۱۰-۱- دستگاه مختصات دو بعدی (2D) قطبی	۲۴
۳-۲-۱- ضرب داخلی دو بردار	۲	۱۰-۱-۱- بردارهای موقعیت، سرعت و شتاب در دستگاه قطبی	۲۴
۴-۲-۱- ضرب خارجی دو بردار	۲	۱۱-۱- دستگاه‌های مختصات سه بعدی (3D)	۲۸
۵-۲-۱- برخی ویژگی‌های ضرب دو بردار	۲	۱-۱۱-۱- دستگاه مختصات دکارتی (x-y-z)	۲۸
۶-۲-۱- قضیه	۳	۲-۱۱-۱- دستگاه مختصات استوانه‌ای (r-θ-z)	۲۸
۳-۱- تعاریف اولیه دینامیک	۴	۳-۱۱-۱- دستگاه مختصات سه بعدی فرنه (TNB)	۲۹
۱-۳-۱- فضا	۴	۴-۱۱-۱- دستگاه مختصات کروی (R-θ-φ)	۳۰
۲-۳-۱- دستگاه مختصات اینرسی	۴	۱۲-۱- ماتریس تبدیل میان دو دستگاه مختصات	۳۱
۳-۳-۱- زمان	۴	۱۳-۱- حرکت‌های مقید نقطه مادی	۳۲
۴-۳-۱- جرم	۴	۱۴-۱- حرکت نسبت به دستگاه غیرچرخان	۳۳
۵-۳-۱- نیرو	۴	۱-۱۴-۱- روابط برداری حرکت غیرچرخان	۳۳
۶-۳-۱- کمیت برداری	۴	۱۵-۱- حرکت نسبت به دستگاه چرخان	۳۷
۴-۱- سیستم واحدها	۵	۱-۱۵-۱- روابط برداری موقعیت، سرعت و شتاب نسبت به دستگاه چرخان	۳۷
۵-۱- روابط حرکت روی خط راست	۵	۱۶-۱- شتاب کوریولیس	۴۲
۱-۵-۱- تعریف معادله حرکت جسم	۵	۱۷-۱- سینماتیک جسم صلب	۴۵
۲-۵-۱- سرعت متوسط	۶	۱-۱۷-۱- انواع حرکت‌های جسم صلب	۴۵
۳-۵-۱- سرعت لحظه‌ای	۶	۲-۱۷-۱- روابط حرکت نسبی برای نقاط یک جسم صلب	۴۶
۴-۵-۱- شتاب متوسط	۶	۱۸-۱- مرکز آنی دوران جسم صلب	۵۴
۵-۵-۱- شتاب لحظه‌ای	۶	۱۹-۱- حرکت مقید جسم صلب (سینماتیک اهرم‌بندی‌های یا میله‌های صلب)	۵۷
۶-۵-۱- مفهوم علامت‌های سرعت و شتاب متحرک	۷	۲-۱۹-۱- سینماتیک اهرم‌بندی‌های یا میله‌های صلب	۵۷
۷-۵-۱- حرکت نندشونده و کندشونده	۷	۱-۱۹-۲- حرکت برداری گشتاور یک نیرو	۵۷
۸-۵-۱- تعیین علامت سرعت و شتاب از نمودار مکان- زمان	۸	۲-۱۹-۲- قوانین نیوتن	۵۸
۹-۵-۱- مکان، سرعت و شتاب به عنوان بردار	۸	۳-۱۹-۲- اصطکاک	۶۹
۱۰-۵-۱- روابط میان تغییر مکان، سرعت و شتاب وقتی شتاب ثابت است، ۸	۸	۴-۱۹-۲- اصل دالامبر	۷۴
۱۱-۵-۱- به دست آوردن سرعت از نمودار شتاب- زمان	۹	۵-۱۹-۲- کار مجازی	۷۵
۱۲-۵-۱- روابط حرکت دورانی حول محور ثابت	۹	۶-۱۹-۲- ضربه و معنوم	۷۸
۶-۱- روابط حرکت منحنی‌الخط در صفحه	۱۳	۷-۱۹-۲- کار و انرژی	۸۷
۱-۶-۱- بردار موقعیت r	۱۳	۸-۱۹-۲- برخورد	۱۰۰
۲-۶-۱- بردار سرعت v	۱۳	۹-۱۹-۲- مکانیک سیارهای	۱۰۷
۳-۶-۱- بردار شتاب a	۱۴	۲-۲- دینامیک جسم صلب	۱۱۳
۷-۱- دستگاه مختصات چیست؟	۱۵	۱-۲-۲- معادله اینرسی	۱۱۳
۸-۱- دستگاه مختصات دو بعدی (2D) دکارتی	۱۶	۲-۲-۲- دینامیک جسم صلب در صفحه	۱۱۵
۱-۸-۱- بردارهای موقعیت، سرعت و شتاب در دستگاه (2D) دکارتی	۱۶	۳-۲-۲- کار و انرژی	۱۳۸
۲-۸-۱- حرکت پرتابی	۱۶	۴-۲-۲- ضربه و معنوم	۱۴۷
۹-۱- دستگاه مختصات دو بعدی (2D) عمود- مماس (n-t)	۱۹	منابع و مراجع	۱۴۹

پیشگفتار

کتاب حاضر با عنوان دینامیک مهندسی، با هدف پاسخگویی به نیاز دانشجویانی نوشته شده است که دوره کارشناسی خود را به پایان برده و خود را برای آزمون‌های کارشناسی ارشد آماده می‌کنند. از این رو، در این کتاب از ارائه بحث‌های طولانی و اثبات روابط چشم‌پوشی کرده و تلاش شده است مطالب در یک چارچوب منطقی و مختصر بگونه‌ای ارائه شوند که خواننده در کوتاه‌ترین زمان بر مباحث تسلط یابد و بتواند مسائل مربوطه را حل نماید.

درس دینامیک را شاید بتوان سنگین‌ترین درس دوره کارشناسی مهندسی مکانیک دانست و اختصاص یافتن ۴ واحد درسی به این درس دلیلی بر این مدعا می‌باشد. این امر سبب شده که دانشجویان در برقراری ارتباط با این درس کمی دچار مشکل شوند و به تجربه دیده شده که در برنامه آمادگی برای آزمون‌های تحصیلات تکمیلی، درس دینامیک کنار گذاشته می‌شود. کتاب حاضر در صدد است با تقسیم‌بندی مباحث دینامیک به شکل درس، مثال و تست‌های طبقه‌بندی شده دوره‌های گذشته، بخاطر سبب‌اری و تسلط بر موضوعات این درس را تا حد امکان ساده سازد. در پایان نویسندگان بر خود لازم می‌دانند این یادداشت را با ابراز مراتب احترام و قدرشناسی نسبت به جناب آقای دکتر سیدعلی اکبر موسویان، به سبب تاثیر بزرگوار که در درک مفاهیم دینامیک و مهمتر از آن در ایجاد منش پژوهشگری در اینجانبان داشته‌اند، به فرجاء برسانند. همچنین از همه عزیزانی که پس از انتشار متن، ما را از تذکرات و پیشنهادات خویش برای به‌رود آن بهره‌مند خواهند ساخت^۱، کمال امتنان و آرزوی توفیق را داریم.

فرزاد چراغپور- پیام زرافشان

زمستان ۱۳۹۵