

۲۰۲۲۷۵

اصول آکوستیک مهندسی

ویرایش چهارم

لارنس ای. کینزلر
آستین آر. فری
آلان بی. کاپنر
جیمز وی. سندرز

ترجمه

دکتر حمید مهدیقلی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف

مهندس عطاءاله پور محمود



مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف



مؤسسه انتشارات علمی
دانشگاه صنعتی شریف

اصول آکوستیک مهندسی (ویرایش چهارم)

Fundamentals of Acoustics (4th ed.)

تألیف لارنس ای. کینزلر، استین آر. فری، آلن بی. کاپنز، جیمز وی. سندرز

By: Lawrence E. Kinsler, Austin R. Frey, Alan B. Coppins, James V. Sanders

ترجمه حمید مهدیقلی، عطاءاله پورمحمد

طراحی جلد: مهدی میرقائد

مؤسسه انتشارات علمی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران

چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۱۰۰۰

بها: ۲۴۰۰۰ تومان

حق چاپ برای مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN 978-964-208-210-0

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۰۸-۲۱۰-۰

تلفن: ۰۰۷۰۰۶۶۱۶۴-۰۷۲-۶۶۱۶۴-۶۶۰۱۳۱۲۹

دفتر مرکزی: خیابان آزادی - دانشگاه صنعتی شریف

دفتر فروش: میدان انقلاب - خیابان شهید منیری جاوید (آر دبیه ب) - ختما - بمن - پلاک ۸۷ - طبقه چهارم - واحد ۴۰۲

تلفن: ۰۶۶۴۰۵۱۳۲-۶۶۹۶۷۸۹۶

پست الکترونیک: publishing@sharif.ir

وبگاه: <http://sina.sharif.ir/~publishing>

فروش اینترنتی: www.saneibook.com, www.ketabiran.ir

یادداشت: نمایه
عنوان دیگر: مبانی آکوستیک
موضوع: دستگاه‌های صوتی
موضوع: Sound-equipment and supplies
موضوع: امواج صوتی
موضوع: Sound - waves
موضوع: صوت‌شناسی ساختمانی
موضوع: Architectural acoustics
شناسه افزوده: کینزلر، لارنس ای.
شناسه افزوده: Lawrence E. Kinsler
شناسه افزوده: مهدیقلی، حمید، ۱۳۲۳، مترجم
شناسه افزوده: پورمحمد، عطاءاله، ۱۳۶۹، مترجم
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۷ ۶ الف/ QC۲۴۴
رده‌بندی دیویی: ۵۲۴
شماره کتابشناسی ملی: ۵۲۳۰۹۱۵

سرشناسه: کینزلر، لارنس ای.، Kinsler, Lawrence E.
عنوان و نام‌پیداوار: اصول آکوستیک مهندسی / تألیف لارنس کینزلر، [و دیگران]؛
ترجمه حمید مهدیقلی، عطاءاله پورمحمد
مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی شریف، مؤسسه انتشارات علمی، ۱۳۹۷
وضعیت ویراست: ویرایش چهارم
مشخصات ظاهری: ۲۹۶ ص، مصور، جدول، نمودار
شابک: 978-964-208-210-0
وضعیت فهرست‌نویسی: فیا
یادداشت: عنوان اصلی: Fundamentals of Acoustics, 4th ed.
یادداشت: کتاب حاضر با عنوان «مبانی آکوستیک» و ترجمه ضیاءالدین اسماعیلیگی، مهدی برکشلی توسط مؤسسه انتشارات فرانکلین، ۱۳۵۰ (چهارده، [۵۹۱] ص) منتشر شده است.
یادداشت: تألیف لارنس ای. کینزلر، استین آر. فری، آلن بی. کاپنز، جیمز وی. سندرز
یادداشت: واژه‌نامه
یادداشت: کتابنامه

بسم الله الرحمن الرحيم

فهرست مطالب

هفت	پیشگفتار مترجمان
۱	فصل ۱. مدانی امواج
۱	۱.۱ نوسان ساده
۳	۲.۱ شرایط اولیه
۴	۳.۱ انرژی ارتعاش
۵	۴.۱ حل از روش توابع مختلط دایمی
۷	۵.۱ نوسانات میراشده
۱۱	۶.۱ نوسانات اجباری
۱۴	۷.۱ پاسخ گذرای یک نوسان کننده
۱۶	۸.۱ روابط توان
۱۷	۹.۱ تشدید مکانیکی
۲۰	۱۰.۱ تشدید مکانیکی و فرکانس
۲۲	تمرین
۲۳	فصل ۲. حرکت عرضی: ارتعاش در ریسمان ها
۲۳	۱.۲ ارتعاش سیستم های پیوسته
۲۳	۲.۲ موج های عرضی در یک ریسمان
۲۴	۳.۲ معادله موج یک بعدی
۲۶	۴.۲ حل عمومی معادله موج
۲۷	۵.۲ طبیعت موج حاصل از حل عمومی
۲۸	۶.۲ مقادیر اولیه و شرایط مرزی
۲۸	۷.۲ بازتاب در مرز

۳۰	۸.۲ ارتعاشات اجباری یک ریسمان نامحدود
۳۴	۹.۲ ارتعاشات اجباری یک ریسمان با طول محدود
۴۳	۱۰.۲ مودهای نرمال ریسمان ثابت - ثابت
۴۷	تمرین

۴۹	فصل ۳. معادلهٔ دوبعدی موج: ارتعاش پوسته‌ها
۴۹	۱.۳ ارتعاش یک سطح صاف
۵۰	۲.۳ معادلهٔ موج برای یک پوستهٔ کشیده‌شده
۵۲	۳.۳ ارتعاشات آزاد پوستهٔ مستطیلی با محیط ثابت
۵۵	۴.۳ ارتعاشات آزاد یک پوستهٔ دایروی با محیط ثابت
۵۸	۵.۳ ارتعاشات متقارن یک پوستهٔ دایروی با محیط ثابت
۶۰	تمرین

۶۱	فصل ۴. معادلهٔ موج آکوستیک و حل‌های سادهٔ آن
۶۱	۱.۴ مقدمه
۶۳	۲.۴ معادلهٔ حالت
۶۶	۳.۴ معادلهٔ پیوستگی
۶۷	۴.۴ معادلهٔ سادهٔ نیرو: معادلهٔ اویلر
۶۹	۵.۴ معادلهٔ خطی موج
۷۱	۶.۴ سرعت صوت در سیالات
۷۳	۷.۴ موج‌های تخت هارمونیک
۷۶	۸.۴ چگالی انرژی
۷۸	۹.۴ شدت آکوستیکی
۷۹	۱۰.۴ امپدانس آکوستیکی ویژه
۸۰	۱۱.۴ موج‌های کروی
۸۵	۱۲.۴ مقیاس‌های دسی‌بل
۸۸	تمرین

۸۹	فصل ۵. بازتاب و انتقال امواج آکوستیک
۸۹	۱.۵ تغییر در رسانهٔ موج
۹۱	۲.۵ انتقال از یک سیال به سیال دیگر؛ تابش عمودی
	چهار

۹۴	۳.۵ انتقال از سیال میانی؛ تابش عمودی
۹۹	۴.۵ انتقال از یک سیال به سیال دیگر؛ تابش مورب
۱۰۵	تمرین

۱۰۷	فصل ۶. تشعشع موج‌های آکوستیک
۱۰۷	۱.۶ تشعشع از یک کره تپنده
۱۱۰	۲.۶ منبع خط پیوسته
۱۱۴	۳.۶ تشعشع از یک پیستون مدور مسطح
۱۲۱	تمرین

۱۲۳	فصل ۷. جذب و میرایی صوت
۱۲۳	۱.۷ مقدمه
۱۲۴	۲.۷ جذب ناشی از لزجت
۱۲۸	۳.۷ سرعت صوت و جذب مختلط
۱۳۰	۴.۷ جذب ناشی از رانش گرمایی
۱۳۳	۵.۷ ضریب جذب کلاسیک
۱۳۵	۶.۷ جذب در مایعات

۱۴۱	فصل ۸. محفظه‌ها و هادی‌های موج
۱۴۱	۱.۸ مقدمه
۱۴۱	۲.۸ محفظه مستطیلی
۱۴۵	۳.۸ هادی موج با سطح مقطع ثابت
۱۵۰	تمرین

۱۵۳	فصل ۹. لوله‌ها، رزوناتورها و فیلترها
۱۵۳	۱.۹ مقدمه
۱۵۴	۲.۹ تشدید در لوله‌ها
۱۵۷	۳.۹ رفتار ترکیبی سیستم محرک-لوله
۱۶۱	۴.۹ رزوناتور هلمهولتز
۱۶۵	۵.۹ بازتاب و انتقال امواج در یک لوله
۱۶۹	۶.۹ فیلترهای آکوستیکی
۱۷۵	تمرین

فصل ۱۰. نوفه، آشکارسازی سیگنال، شنیدن، و گفتار

۱۷۷	۱.۱۰ مقدمه
۱۷۷	۲.۱۰ نوفه، تراز طیفی و تراز باند
۱۷۸	۳.۱۰ ترکیب تراز باندها و تون‌ها
۱۸۳	۴.۱۰ شناسایی سیگنال در نوفه
۱۸۴	۵.۱۰ آستانه شناسایی
۱۸۹	۶.۱۰ گوش

فصل ۱۱. آکوستیک محیطی

۱۹۹	۱.۱۱ مقدمه
۱۹۹	۱.۱۱ ترازهای صوتی وزن‌دار
۲۰۰	۳.۱۱ تداخل گفتاری
۲۰۳	۴.۱۱ حریم خصوصی
۲۰۵	۵.۱۱ منحنی‌های بقیه‌بندی نوفه
۲۰۵	۶.۱۱ توصیف تباری صوت اجتماع

فصل ۱۲. آکوستیک زیر آب

۲۱۳	۱.۱۲ مقدمه
۲۱۳	۲.۱۲ سرعت صوت در آب
۲۱۴	۳.۱۲ افت انتقال
۲۱۵	۴.۱۲ انکسار
۲۱۶	۵.۱۲ لایه به هم خورده
۲۲۰	۶.۱۲ کانال صوتی عمیق و مسیر آکوستیکی قابل سماد
۲۲۶	۷.۱۲ تداخل سطحی
۲۲۹	۸.۱۲ معادلات سونار
۲۳۲	۹.۱۲ ملاحظات نوفه و پهنای باند
۲۳۵	۱۰.۱۲ سونار غیرفعال
۲۴۰	۱۱.۱۲ سونار فعال
۲۴۳	تمرین
۲۵۶	

پیوست‌ها

۲۵۹	واژه‌نامه انگلیسی-فارسی
۲۷۱	واژه‌نامه فارسی-انگلیسی
۲۷۷	فهرست راهنما
۲۸۳	

پیشگفتار مترجمان

علم آکوستیک علم صوت است و شامل تولید، انتقال، دریافت و تمام اثرات مربوط به آن می‌شود. صوت را می‌توان تغییر متناوب فشار نامید که در اثر ارتعاش در یک محیط (گاز، مایع یا جامد) به وجود می‌آید. هر مولکول به مولکول دیگر برخورد می‌کند و انرژی خود را به دیگری انتقال می‌دهد و به موقعیت قبلی خود برمی‌گردد. در نتیجه ضمن انتقال انرژی، نواحی دارای فشردگی بیشتر و نواحی دارای فشرده‌گی کمتر ایجاد می‌شود که منجر به تشکیل موج طولی می‌گردد. این موج از این جهت طولی نامیده می‌شود که جهت ارتعاش مولکول‌ها در همان جهت انتشار موج است.

دامنه امواج آکوستیکی شامل همه پدیده‌هایی می‌شود که در آنها پدیده‌های فیزیکی آکوستیکی حکمفرما هستند. امروزه علم آکوستیک در اغلب مسائل علوم و مهندسی به‌نحوی وارد شده است و کاربرد دارد. استفاده از علم مهندسی آکوستیک در مواردی که در زیر آمده است؛

۱. معماری و طراحی سالن‌ها برای توزیع مناسب و با کیفیت صدا
۲. جلوگیری از ورود آلودگی صوتی به داخل ساختمان‌های مسکونی و کاری
۳. به‌کارگیری امواج فوق صوت در عیب‌یابی ماشین‌ها و قطعات صنعتی
۴. شناسایی و درمان بسیاری از بیماری‌ها
۵. به‌کارگیری عایق‌های صوتی برای کنترل صدا در محیط‌زیست، خودروها و ساختمان‌ها
۶. طراحی و ساخت سونار
۷. ابزار آلات موسیقی و...

نشان می‌دهد زمینه‌های مختلفی برای توسعه و گسترش علم آکوستیک وجود دارد که هریک از آنها حجم وسیعی از مطالعات، پژوهش‌ها و تجربیات دانشگاهی و صنعتی را می‌طلبد.

علم آکوستیک علمی بین‌رشته‌ای است که بسیاری از رشته‌های علوم پایه و مهندسی نظیر فیزیک، مهندسی مکانیک، مهندسی هوافضا، مهندسی برق، مهندسی عمران و مهندسی صدا و موسیقی به نوعی با آن مرتبط هستند. بخش کاربردی آن با عنوان مهندسی آکوستیک در بسیاری از دانشگاه‌ها در سال آخر دوره کارشناسی و یا در دوره تحصیلات تکمیلی تدریس می‌شود. با وجود اهمیت روزافزون این حوزه، متأسفانه در ایران این درس به صورت محدودی در مراکز دانشگاهی ارائه می‌شود و طبعاً کتاب‌های اندکی در این زمینه تألیف و یا به زبان فارسی ترجمه شده‌اند.

سال‌هاست که درس مهندسی آکوستیک در مقطع تحصیلات تکمیلی دانشکده‌های مهندسی مکانیک و هوافضا دانشگاه صنعتی شریف ارائه می‌شود و همواره جزء دروسی بوده که مورد استقبال دانشجویان واقع شده است. مطالب کتاب حاضر متناسب با مطالب ارائه شده در درس مزبور تهیه و تنظیم شده و به‌طور کلی ترجمه منتخبی از فصل‌ها و بخش‌های کاربردی کتاب مشهور *مبانی آکوستیک* است. این کتاب را که کینزler و همکارانش تألیف کرده‌اند، مرجعی اصلی در زمینه آکوستیک است و با وجود اینکه سال‌ها از انتشار اولیه آن می‌گذرد، همچنان در اغلب دانشگاه‌های برتر جهان به‌عنوان یکی از مراجع اصلی درس آکوستیک معرفی می‌شود.

مترجمان این کتاب تمام سعی خود را بذل نمودند تا مطالب به‌صورت ساده ارائه شود و برای دانشجویان و علاقه‌مندان رشته‌های مختلف قابل‌درک باشد و نیز تلاش کردند از معادل‌های مناسب فارسی برای عبارات و اصطلاحات انگلیسی استفاده کنند. باین‌حال تعدادی از کلمات که معادل مناسبی نداشتند، به همان صورت فارسی بومی شدند.

در انتها از تمام اساتید گرامی و دانشجویان عزیز درخواست می‌شود چنانچه هنگام مطالعه کتاب با اشتباه یا ایرادی مواجه شدند، موارد مقتضای آن را همراه دیدگاه‌ها و پیشنهادهای سازنده خود برای اینجانب (به نشانی reza@sharif.ir) ارسال فرمایند تا با استقبال و منت در نوبت‌های بعدی انتشار مورد استفاده قرار گیرند.

دکتر حمید مهدیقلی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف

مهندس عطاءاله پورمحمود

۱۳۹۷