

مبانی آکوستیک

لورنتس کینز، آستین آر. فری
ان. بی. کوپنز و جیمز وی. سندرز

ترجمه
معصوم پورماق قاضی جهانی

(جلد دوم)



انتشارات دانشگاه صداوسیما

عنوان و نام پدیدآور: مبانی آکوستیک / لورنس کینزلر... [و دیگران]؛ ترجمه معصومه پورصادق قاضی جهانی.

مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صدا و سیما، جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۷.

مشخصات ظاهری: ج ۲: مصور.

شابک: دوره: ۱- ۳۵-۸۳۸۰-۶۰۰-۹۷۸، ج. ۱: ۴-۱۸-۸۳۸۰-۶۰۰-۹۷۸؛ ج. ۲: ۴-۳۴-۸۳۸۰-۶۰۰-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیبا

یادداشت: Fundamentals of Acoustics Lawrence E. Kinsler, Austin R. Frey, Alan B.

Coppens, James V. Sanders

یادداشت: نمایه.

موضوع: امر - صوت؛ Sound-waves

موضوع: دستگاه های صوتی؛ Sound -- Equipment and supplies

شناسه افزوده: کینزلر، لارنس؛ Kinsler, Lawrence E

شناسه افزوده: پورصادق قاضی جهانی، معصومه، ۱۳۵۱- مترجم

شناسه افزوده: دانشگاه صدا و سیما، جمهوری اسلامی ایران

رده بندی کنگره: ۱۳۹۷/م ۳۳/۵۳۴ رده بندی دیویی: ۵۳۴ شماره کتابشناسی ملی: ۵۳۳۰۱۴۴

انتشارات دانش ه صداوسیما

عضو انجمن فرهنگی ناشران کتاب دانشگاهی

عنوان: مبانی آکوستیک (جلد دوم)

نویسندگان: لورنس کینزلر، استین آرفری؛ آلن بی. کوپنس؛ جیمز وی. سندرز

ترجمه: معصومه پورصادق قاضی جهانی (عضو هیئت علمی دانشگاه صدا و سیما)

ویراستار: محمدابراهیم صادقی / طراحی جلد: حسین میرزایی

چاپخانه: سروش / چاپ اول: ۱۳۹۷

شمارگان: ۵۰۰ نسخه / قیمت دوره: ۷۰۰۰۰۰ ریال

شابک دوره: ۱- ۳۵-۸۳۸۰-۶۰۰-۹۷۸

شابک جلد اول: ۴-۱۸-۸۳۸۰-۶۰۰-۹۷۸ / شابک جلد دوم: ۴-۳۴-۸۳۸۰-۶۰۰-۹۷۸

کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه صداوسیما، جمهوری اسلامی ایران است.

تهران - خیابان ولی عصر (عج)، بزرگراه آیت الله هاشمی رفسنجانی - دانشگاه صداوسیما.

انتشارات (تلفن و دورنگار) ۲۲۶۵۲۸۴۴ - فروشگاه ۲۲۱۶۸۶۲۰

www.iribu.ac.ir

فهرست

پیش گفتار ۱

پیشگفتار مترجم ۴

فصل ۱: اصول ارتعاش ۷

۱-۱- مقدمه ۷

۲-۱- نوسانگر ساده ۸

۳-۱- شرایط اولیه ۱۰

۴-۱- انرژی ارتعاش ۱۲

۵-۱- روش حل نمایی مختلط ۱۳

۶-۱- نوسان‌های میرا ۱۷

۷-۱- نوسان‌های واداشته ۲۱

۸-۱- پاسخ گذرای یک نوسانگر ۲۴

۹-۱- رابطه‌های توان ۲۶

۱۰-۱- رزونانس مکانیکی ۲۷

۱۱-۱- رزونانس مکانیکی و فرکانسی ۳۰

۱۲-۱- مدارات الکتریکی معادل نوسانگرها ۳۲

۱۳-۱- ترکیب خطی ارتعاشات هماهنگ ساده ۳۶

۱۴-۱- تحلیل ارتعاشات مختلط به وسیله قضیه فوریه ۳۹

۱۵-۱- تبدیل فوریه ۴۲

- ۱-۲- ارتعاشات دستگاه‌های کشیده ۵۹
- ۲-۲- امواج عرضی روی یک تار کشیده ۵۹
- ۳-۲- معادله موج یک بعدی ۶۰
- ۴-۲- حل عمومی معادله موج ۶۲
- ۵-۲- معادله ماهیت موجی بودن حل عمومی ۶۳
- ۶-۲- مقادیر اولیه و شرایط مرزی ۶۴
- ۷-۲- انعکاس از یک مرز ۶۵
- ۸-۲- ارتعاشات با دامنه و تار بی نهایت بلند ۶۶
- ۹-۲- ارتعاشات با دامنه یک تار با طول معین ۷۱
- * (الف) تار یک سر ثابت، یک سر واداشته ۷۱
- * (ب) تار واداشته با جرم اضافه شده ۷۵
- * (ج) تار واداشته - مقاومت بار شده ۷۸
- ۱۰-۲- مدهای طبیعی تار دو سر ثابت ۸۱
- (الف) تار مضربی ۸۳
- (ب) تار ضربه‌ای ۸۴
- ۱۱-۲- اثرات واقعی تر شرایط مرزی بر تار مرتعش آزاد ۸۴
- (الف) تار ثابت، با جرم افزوده ۸۵
- (ب) تار یک سر ثابت - یک سر مقاومت افزوده شده ۸۷
- (ج) تار میرای دو سر ثابت ۸۹
- ۱۲-۲- انرژی ارتعاشی تار ۹۱
- ۱۳-۲- مدهای طبیعی، قضیه فوریه، و تعامل ۹۳
- ۱۴-۲- تن‌های فرعی و هماهنگ‌ها ۹۶

- ۱-۳- ارتعاش‌های طولی در میله‌ها ۱۰۷

۱۰۸	۲-۳- کرنش طولی
۱۰۹	۳-۳- معادله‌ی موج طولی
۱۱۱	۴-۳- شرایط مرزی ساده
۱۱۵	۵-۳- میله بار شده، آزاد
۱۱۷	۶-۳- شرایط مرزی عمومی میله مرتعش آزاد
۱۱۹	۷-۳- ارتعاشات واداشته‌ی میله: تشدید و ضد تشدید بازینی شده
۱۲۳	۸-۳- ارتعاشات عرضی میله
۱۲۶	۹-۳- معادله موج عرضی
۱۲۹	۱۰-۳- شرایط مرزی
۱۲۹	(الف) انتهای ثابت
۱۲۹	(ب) انتهای آزاد
۱۳۰	(ج) انتهایی با پایه ساده
۱۳۰	۱۱-۳- میله‌ی یک سر آزاد
۱۳۳	۱۲-۳- میله دو سر آزاد
۱۳۵	۱۳-۳- امواج پیچشی روی یک میله

فصل ۴: معادله‌ی موج دو بعدی: ارتعاشات پوسته‌های یک دو ورقه‌ها..... ۱۳۳

۱۴۳	۱-۴- ارتعاشات یک سطح تخت
۱۴۳	۲-۴- معادله موج یک پوسته‌ی کشیده شده
۱۴۶	۳-۴- ارتعاشات آزاد یک پوسته مستطیل شکل بالبه‌های ثابت
۱۴۹	۴-۴- ارتعاشات آزاد یک پوسته گرد بالبه‌های ثابت
۱۵۳	۵-۴- ارتعاشات متقارن یک پوسته‌ی گرد بالبه‌های ثابت
۱۵۴	۶-۴- پوسته‌ی گرد مرتعش آزاد میرا
۱۵۶	۷-۴- تقاره
۱۵۹	۸-۴- ارتعاش واداشته‌ی یک پوسته گرد
۱۶۱	۹-۴- دیافراگم یک میکروفون خازنی
۱۶۳	۱۰-۴- مدهای طبیعی پوسته‌های گرد

۱۶۸..... ۴-۱۱- ارتعاش ورقه‌های نازک

فصل ۵: معادله موج صوتی و راه‌حل‌های ساده‌ی آن..... ۱۷۹

۱۷۹..... ۵-۱- مقدمه

۱۸۱..... ۵-۲- معادله حالت

۱۸۴..... ۵-۳- معادله پیوستگی

۱۸۶..... ۵-۴- معادله ساده نیرو: معادله‌ی اویلر

۱۸۷..... ۵-۵- دله موج خطی

۱۸۹..... ۵-۶- سرعت صوت در سیالات

۱۹۱..... ۵-۷- امواج تخت همافز

۱۹۴..... ۵-۸- چگالی انرژی

۱۹۷..... ۵-۹- شدت آکوستیکی

۱۹۸..... ۵-۱۰- امپدانس آکوستیکی ویژه

۱۹۹..... ۵-۱۱- امواج کروی

۲۰۴..... ۵-۱۲- مقیاس‌های دسی‌بل

۲۰۹..... ۵-۱۳- امواج استوانه‌ای

۲۱۳..... ۵-۱۴- پرتوها و موج‌ها

۲۱۳..... (الف) معادلات ایکنال و انتقال

۲۱۶..... (ب) معادلات مسیر پرتو

۲۱۸..... (ج) گرا دیان یک-بعدی

۲۱۹..... (د) ملاحظات فاز و شدت

۲۲۲..... ۵-۱۵- معادله‌ی موج ناهمگن

۲۲۴..... ۵-۱۶- منبع نقطه‌ای

فصل ۶: بازتابش و عبور موج..... ۲۲۵

۲۲۵..... ۶-۱- تغییرات در محیط

۲۲۷..... ۶-۲- انتقال از یک سیال به سیالی دیگر: تابش عمودی

۲۴۰	۳-۶ عبور از لایه‌ای از سیال: تابش عمودی
۲۴۵	۴-۶ عبور از یک سیال به سیال دیگر: تابش مایل
۲۵۱	۵-۶ امیدانس آکوستیکی ویژه عمودی
۲۵۱	۶-۶ بازتاب از یک سطح جامد
۲۵۲	(الف) تابش عمودی
۲۵۲	(ب) تابش مایل
۲۵۵	۷-۶ عبور از یک تیغه نازک: قانون جرم
۲۵۶	۸-۶ روش تصویر کردن
۲۵۷	(الف) مرز سلب
۲۵۹	(ب) مرز پخش کوه فشا
۲۶۰	(ج) بسطها

فصل ۷: تابش و دریافت امواج صوتی

۲۶۹	۱-۷ تابش از یک کره‌ی تپنده
۲۷۱	۲-۷ تقابل صوتی و منبع ساده
۲۷۶	۳-۷ منبع خطی پیوسته
۲۸۰	۴-۷ تابش از یک پیستون دایره‌ای تخت
۲۸۱	(الف) پاسخ محوری
۲۸۴	(ب) میدان دور
۲۸۱	۵-۷ امیدانس تابشی
۲۹۰	(الف) پیستون دایره‌ای
۲۹۳	(ب) کره تپنده
۲۹۳	۶-۷ خواص اولیه تراگذارها
۲۹۳	(الف) ضریب جهت‌وری و الگوی پرتو
۲۹۴	(ب) پهنای باریکه پرتو
۲۹۴	(ج) تراز منبع
۲۹۵	(د) جهت‌وری

- ۲۹۸..... (ه) شاخص جهت‌وری
- ۲۹۹..... (و) تخمین الگوهای تابش
- ۳۰۲..... ۷-۷- ضرایب جهت‌وری تراگذارهای دو طرفه (برگشت‌ناپذیر)
- ۳۰۵..... ۷-۸- آرایه خطی
- ۳۱۲..... ۷-۹- اصل حاصل ضرب
- ۳۱۲..... ۷-۱۰- بسط چند قطبی میدان دور
- ۳۱۹..... ۷-۱۱- الگوی پرتوما و تبدیل فوریه مکانی

فصل ۸: آب و تضعیف صوت

- ۳۳۱..... ۸-۱- مقدمه
- ۳۳۲..... ۸-۲- جذب ناشی از جرم اتمی
- ۳۳۶..... ۸-۳- سرعت مختلط صدا
- ۳۳۸..... ۸-۳- جذب صوت ناشی از هدایت گرمایی
- ۳۴۱..... ۸-۵- ضریب جذب کلاسیک
- ۳۴۳..... ۸-۶- واهلش (آرامش) گرمایی مولکولی
- ۳۵۲..... ۸-۷- جذب در مایعات
- ۳۵۷..... ۸-۸- تلفات چسبناکی در یک دیوار سخت
- ۳۶۱..... ۸-۹- تلفات در لوله‌های گشاد
- ۳۶۱..... (الف) ویسکوزیته
- ۳۶۳..... (ب) هدایت گرمایی
- ۳۶۷..... ۸-۱۰- تضعیف صوت در مواد معلق
- ۳۶۸..... (الف) مه‌گرفتنی‌ها
- ۳۷۳..... (ب) حباب‌های تشدید شده در آب

فصل ۹: کاواک‌ها و موجرها

- ۳۸۷..... ۹-۱- مقدمه
- ۳۸۷..... ۹-۲- کاواک مستطیلی

۳۹۱	۳-۹- کاواک استوانه‌ای
۳۹۳	۴-۹- کاواک کروی
۳۹۷	۵-۹- موجیری با سطح مقطع ثابت
۴۰۲	۶-۹- منابع و حالت‌های گذرا در کاواک‌ها و موجبرها
۴۰۷	۷-۹- یک لایه به عنوان موجبر
۴۱۱	۸-۹- کانال تک سرعت
۴۱۲	۹-۹- کانالی با دو سیال

فصل ۱۰. رزونانورها (تشدیدگرها) و فیلترها

۴۳۱	۱-۱۰- مقدمه
۴۳۱	۲-۱۰- تشدید در لوله‌ها
۴۳۵	۳-۱۰- توان تابشی لوله‌های باز
۴۳۷	۴-۱۰- الگوهای موج ایستاده
۴۳۸	۵-۱۰- جذب صوت در لوله‌ها
۴۴۲	۶-۱۰- رفتار سیستم ترکیبی محرک-لوله
۴۴۷	۷-۱۰- حد طول موج‌های بلند
۴۴۸	۸-۱۰- رزوناتور هلمهولتز
۴۵۱	۹-۱۰- امپدانس آکوستیکی
۴۵۲	(الف) امپدانس آکوستیکی متمرکز شده
۴۵۴	(ب) امپدانس آکوستیکی توزیع شده
۴۵۵	۱۰-۱۰- بازتابش و عبور امواج در یک لوله
۴۵۹	۱۱-۱۰- فیلترهای صوتی
۴۵۹	(الف) فیلترهای پایین گذر
۴۶۲	(ب) فیلترهای بالاگذر
۴۶۵	(ج) فیلترهای میان‌نگذر

فصل ۱۱: نویز، سیگنال، آشکارسازی، سیستم شنوایی و گفتار..... ۴۷۹

۴۷۹.....	۱-۱۱- مقدمه
۴۸۰.....	۲-۱۱- نویز، تراز طیفی و تراز باند
۴۸۶.....	۳-۱۱- ترکیب تراز باند ها و تون ها
۴۸۷.....	۴-۱۱- آشکار سازی سیگنال ها در نویز
۴۹۲.....	۵-۱۱- آستانه آشکار سازی
۴۹۳.....	(الف) آشکا، سازی همبستگی
۴۹۴.....	(ب) آشکار سازی انرژی
۴۹۵.....	۶-۱۱- تشخیص گویا
۵۰۲.....	۷-۱۱- بعضی خواص بنیادی شنوایی
۵۰۳.....	(الف) آستانه های گویا
۵۰۶.....	(ب) منحنی های تراز بندی انسان
۵۰۷.....	(ج) پهنای باند بحرانی
۵۰۹.....	(د) پوشش
۵۱۰.....	(ر) ضربان ها، صدا های ترکیبی، و همادک های شنوایی
۵۱۳.....	(ز) هم صدایی و صدای اصلی بازیابی شده
۵۱۵.....	۸-۱۱- تراز بلندی و بلندی
۵۱۹.....	۹-۱۱- نواک و فرکانس
۵۲۰.....	۱۰-۱۱- آوا یا صدای انسان

فصل ۱۲: آکوستیک معماری..... ۵۳۱

۵۳۱.....	۱-۱۲- صوت در محیط های بسته
۵۳۲.....	۲-۱۲- مدل ساده ای برای رشد انتشار صوت در یک اتاق
۵۳۶.....	۳-۱۲- زمان واخس - ساین
۵۳۹.....	۴-۱۲- زمان واخس - آیرینگ و نوریس
۵۴۱.....	۵-۱۲- مواد جاذب صدا

۵۴۵	۱۲-۶- اندازه گیری خروجی آکوستیکی منابع صدا در اتاق های زنده
۵۴۶	۱۲-۷- صدای مستقیم و واخنا
۵۴۸	۱۲-۸- عوامل آکوستیکی مؤثر در طراحی معماری
۵۴۸	(الف) دریافت صدای مستقیم
۵۴۸	(ب) زمان واخنش در ۵۰۰ هرتز
۵۵۲	(ج) گرمی
۵۵۳	(د) صمیمیت
۵۵۵	(ه) پخشایر مخاوط شدن و هم نوازی
۵۵۶	۱۲-۹- امواج ساده و مدهای طبیعی اتاق ها
۵۵۶	(الف) اتاق مستطیل شکل
۵۵۷	(ب) مدهای طبیعی میرا
۵۶۱	(ج) رشد و افت صدای یک منبع
۵۶۴	(د) توزیع فرکانسی تشدیدهای اتاق

فصل ۱۳: آکوستیک محیط زیست ۵۷۵

۵۷۵	۱۳-۱- مقدمه
۵۷۷	۱۳-۲- ترازهای صوتی وزن یافته
۵۷۹	۱۳-۳- تداخل گفتار
۵۸۱	۱۳-۴- محرمیت
۵۸۲	۱۳-۵- منحنی های درجه بندی نویز
۵۸۴	۱۳-۶- توصیف آماری نویزهای موجود در جامعه
۵۸۹	۱۳-۷- معیارهای نویز اجتماعی
۵۹۲	۱۳-۸- نویز بزرگراه ها
۵۹۴	۱۳-۹- درجه بندی نویز هواپیما
۵۹۶	۱۳-۱۰- واکنش جامعه به نویز
۵۹۹	۱۳-۱۱- افت شنوایی ناشی از نویز
۶۰۱	۱۳-۱۲- نویز و طراحی معماری

- ۱۳-۱۳- تعیین و اندازه گیری عایق بندی صوتی ۶۰۳
- ۱۳-۱۴- عایق بندی پیشنهادی ۶۰۷
- ۱۳-۱۵- طراحی دیوارها (تیغه ها) ۶۰۸
- (الف) تیغه های تک لایه ۶۰۸
- (ب) دیوارهای دولایه ۶۱۲
- (ج) درها و پنجره ها ۶۱۴
- (د) دیوارهای حایل - موانع ۶۱۴

فصل ۴: تراگذاری ۶۱۹

- ۱۴-۱- مقدمه ۶۱۹
- ۱۴-۲- یک تراک ر به ان ک شبکه الکتریکی ۶۱۹
- (الف) تراگذارهای دو طرفه (ا-ب) ۶۲۲
- (ب) تراگذاری غیر متقابل ۶۲۳
- ۱۴-۳- معادلات کانونیکال در دو رگ مار سیاه ۶۲۵
- (الف) تراگذار الکترواستاتیک (دو طرفه) ۶۲۵
- (ب) تراگذار سیم پیچ متحرک (غیر متقابل - غیر رطوبت) ۶۲۷
- ۱۴-۴- فرستنده ها ۶۳۰
- (الف) منبع دو طرفه ۶۳۲
- (ب) منبع غیر متقابل ۶۳۷
- ۱۴-۵- بلندگوی سیم پیچ متحرک ۶۴۲
- ۱۴-۶- جعبه های بلندگو ۶۴۹
- (الف) جعبه ی پشت بسته ۶۵۰
- (ب) جعبه ی باز ۶۵۱
- ۱۴-۷- بلندگوهای بوقدار ۶۵۴
- ۱۴-۸- گیرنده ها ۶۵۸
- (الف) جهت وری میکروفون ۶۵۸
- (الف) تداخل فاز روی دیافراگم ۶۵۹

۶۶۰	(ب) حساسیت میکروفون ها
۶۶۰	(ج) گیرنده تقابلی (دو طرفه)
۶۶۱	(د) گیرنده غیر تقابلی
۶۶۱	۹-۱۴ میکروفون خازنی
۶۶۴	۱۰-۱۴ میکروفون الکترو دینامیکی با پیچک متحرک
۶۶۸	۱۱-۱۴ میکروفون های گرادین فشار
۶۷۲	۱۲-۱۴ میکروفون های دیگر
۶۷۲	(الف) میکروفون زغالی
۶۷۴	(ب) میکروفون پیزوالکتریک
۶۷۶	(ج) گیرنده های فر نوری
۶۷۷	۱۳-۱۴ کالیبراسیون کیسدها

فصل ۱۵: آکوستیک زیر آبی

۶۹۱	۱-۱۵ مقدمه
۶۹۲	۲-۱۵ سرعت صوت در آب دریا
۶۹۳	۳-۱۵ افت تراگسیل
۶۹۶	۴-۱۵ پدیده شکست
۶۹۹	۵-۱۵ لایه ی آمیخته
۷۰۵	۶-۱۵ کانال های صوتی عمیق و مسیرهای آکوستیکی معتبر
۷۰۸	۷-۱۵ تداخل سطحی
۷۱۰	۸-۱۵ معادلات سونار
۷۱۱	(الف) سونار غیر فعال
۷۱۲	(ب) سونار فعال
۷۱۴	۹-۱۵ نویز و ملاحظات پهنای باند
۷۱۵	(الف) نویز محیط
۷۱۶	(ب) نویز داخلی
۷۱۸	(ج) اثر دوبلر

- ۷۲۰..... (د) ملاحظات پهنای باند
- ۷۲۰..... ۱۵-۱۰ سونار غیر فعال
- ۷۲۳..... ۱۵-۱۱ سونار فعال
- ۷۲۴..... (الف) توانایی هدف
- ۷۲۸..... (ب) واخشن
- ۷۳۵..... (ج) آستانه‌ی آشکارسازی عملکرد محدود به واخشن
- ۷۳۷..... ۱۵-۱۲ کانال آب کم عمق هم سرعت
- ۷۳۹..... (الف) کف، فت و محکم
- ۷۴۰..... (ب) کف با سرعت صدای آهسته
- ۷۴۱..... (ج) کف با سرعت صدای سریع
- ۷۴۳..... ۱۵-۱۳ مدل‌های انتشار مد طبیعی
- ۷۴۴..... (الف) کف سفت و محکم
- ۷۴۵..... (ب) کف سریع

فصل ۱۶: گزیده‌ای از اثرات آکوستیک در محیطی..... ۷۵۹

- ۷۵۹..... ۱۶-۱- مقدمه
- ۷۵۹..... ۱۶-۲- یک معادله موج آکوستیکی غیر خطی
- ۷۶۲..... ۱۶-۳- دو پارامتر توصیفی
- ۷۶۲..... (الف) فاصله‌ی ناپیوستگی
- ۷۶۵..... (ب) عدد گلدبرگ
- ۷۶۵..... ۱۶-۴- حل مسئله به وسیله بسط اختلال
- ۷۶۷..... ۱۶-۵- امواج تخت غیر خطی
- ۷۶۷..... (الف) امواج رونده در یک نیم فضای نامحدود
- ۷۶۹..... (ب) امواج رونده در یک لوله
- ۷۷۱..... (ج) امواج ایستاده در یک لوله
- ۷۷۳..... ۱۶-۶- یک آرایه پارامتری

فصل ۱۷: امواج ضربه‌ای و انفجارات ۷۸۱

- ۱۷-۱- امواج ضربه‌ای ۷۸۱
- (الف) معادله رنکین - هاگنیت ۷۸۲
- (ب) رکود و جریان بحرانی ۷۸۵
- (ج) روابط ضربه‌ای عمودی ۷۸۶
- (د) بی‌دررو بودن ضربه‌ای ۷۸۸
- ۱۷-۲- موج انفجاری ۷۸۹
- ۱۷-۳- انفجار مرجع ۷۹۱
- (الف) انفجار مرجع سیمیا ۷۹۲
- (ب) انفجار مرجع سی ۷۹۴
- ۱۷-۴- توانین مقیاس‌گذاری ۷۹۴
- ۱۷-۵- بازده و اثر سطحی ۷۹۶

پیوست‌ها ۸۰۳

- پیوست ۱- عوامل تبدیل و ثابت‌های فیزیکی ۸۰۳
- (الف) CGS و SI تبدیلات بین ۸۰۳
- (ب) تبدیل‌های دیگر ۸۰۴
- (ج) ثابت‌های فیزیکی ۸۰۴
- پیوست ۲- اعداد مختلط ۸۰۵
- پیوست ۳- توابع دایره‌ای و هذلولی ۸۰۶
- پیوست ۴- بعضی از توابع ریاضی ۸۰۷
- (الف) تابع گاما ۸۰۷
- (ب) توابع بسل، توابع بسل تغییر یافته، و توابع استراو ۸۰۷
- (ج) توابع بسل کروی ۸۱۰
- (د) توابع لژاندر ۸۱۱
- پیوست ۵- توابع بسل: جداول، نمودارها، صفرها و بیشینه‌ها ۸۱۲

۸۱۷.....	پیوست ۶-جدول توابع جهت‌وری و امپدانس یک پیستون
۸۱۸.....	پیوست ۷-توابع برداری
۸۱۸.....	(الف) مختصات دکارتی
۸۱۹.....	(ب) مختصات استوانه‌ای
۸۱۹.....	(ج) مختصات کروی
۸۲۰.....	پیوست ۸-قضیه گاوس و قضیه گرین
۸۲۰.....	(الف) قضیه گاوس در دستگاه مختصات دو و سه بعدی
۸۲۰.....	(ب) قضیه گرین
۸۲۱.....	پیوست ۹-ترمودینامیک و گاز کامل
۸۲۱.....	(الف) انرژی، کار و قانون اول
۸۲۳.....	(ب) انتالپی، آنتالپی، قانون دوم
۸۲۴.....	(ج) گاز کامل
۸۲۷.....	پیوست ۱۰-جدول‌های خواص فیزیکی مواد
۸۲۸.....	پیوست ۱۱-کشسانی و چسبندگی
۸۲۸.....	(الف) جامدات
۸۳۲.....	(ب) سیال‌ها
۸۳۴.....	پیوست ۱۲-القای یونانی
۸۳۵.....	پاسخ مسائل فرد
۸۵۵.....	خلاصه نمادها
۸۵۷.....	نمایه