



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

الکترومغناطیس

شماره ۳۵۱ مسأله حل شده

Joseph A. Edminister & Mahmood Nahvi

ترجمه:
دکتر محمد صادق ابریشمیان و دکتر نصرت الله کمالی
استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی برق

بهار ۱۳۹۴

سرشناسه	: ادمینیستر، جوزف ا. Edminister, Joseph A
عنوان و نام پدیدآور	: الکترومغناطیس: شامل ۳۵۱ مسئله حل شده
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۵۷۸ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-6383-94-1
وضعیت فهرست نویسی	: فیپای مختصر
یادداشت	: این مدرک در آدرس http://opac.nlai.ir قابل دسترسی است.
یادداشت	: عنوان اصلی: . Schaum's outline of theory and edproblems of electromagnetics, 4nd
شناسه افزوده	: نحوی، محمود، ۱۳۱۶-
شناسه افزوده	: ابریشمیان، محمد صادق، ۱۳۲۵ -، مترجم
شناسه افزوده	: گرانبایه، نصرت الله، ۱۳۳۱-، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۷۶۸۶/۷

ناشر: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی  <http://publication.kntu.ac.ir>

نام کتاب: الکترومغناطیس شامل ۳۵۱ مسئله حل شده

مؤلفین: ژوزف ا- ادمینیستر و محمود نحوی

مترجمین: دکتر محمدصادق ابریشمیان و نصرت الله گرانبایه - هیئت علمی دانشکده

مهندسی برق، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

ویرایش: دوم

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۴

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۸۰

ISBN: 978- 600-6383-94-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۶۳۸۳-۹۴-۱

صحافی: گرانمای

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر(عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد، روبروی

ساختمان اسکان (۰۲۱-۸۸۷۷۲۲۷۷)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

۱.۰ مقدمه مولف در چاپ اول

این کتاب بعنوان مکملی برای هر کتاب مقدماتی تئوری میدان‌های الکترومغناطیسی مهندسی در نظر گرفته شده است. لیکن می‌توان آنرا برای یک دوره مقدماتی ساده بعنوان کتاب درسی بکار برد. هم‌چون سایر کتب سری شوم تاکید کتاب بر ارائه حل مسائل است، ابتدای هر فصل نکاتی در مورد قوانین و اصول مربوط به همان فصل را توصیف میکند که در فهم صورت مسائل می‌تواند مفید باشد و بعد از مقدمه تعداد کافی مسائل حل شده با توضیح کامل و سپس تعداد بیشتری مسئله با پاسخ وجود دارد. گرچه مسائل حقیقی الکترومغناطیس غامض و پیچیده و چند مجهولی است، لیکن در این کتاب سعی شده حتی‌الامکان مسائل تک مجهولی باشند.

بنظر میرسد که این ویژه‌گی کتاب برای دانشجویانی که فکر نکات خاصی هستند و یا دانشجویانی که در صدد دروس خود درس هستند مناسب است.

در سراسر کتاب تا حد امکان از ریاضیات ساده استفاده شده است و حتی‌المقدور از خلاصه نویسی مسائل اجتناب شده است.

ضمناً مثال‌های معضلی و محمل نیز مطرح گشته و همراه آن‌ها نمودارها و شکل‌های مناسب ارائه شده است. در طی سال‌ها تدریس، بدین نتیجه رسیده‌ام که حل بسیاری از مسائل با رسم یک شکل دقیق و مناسب شروع شود.

این کتاب را به دانشجویان به‌موارد آید آمدن مشکلات درسی را نشان داده‌اند تقدیم می‌کنم. برای کمک‌های چایی سپاس خود را به کارکنان مک‌گرو هیل تقدیم میدارم.

از توماس -ر- گانول که در بررسی کلیه مسائل و ارائه پیشنهاد کوشا بود صمیمانه سپاسگزارم. آلن کرن را بخاطر تایپ نمودن دستنویس‌هایم شایسته قدر دانی میدانم. و بالاخره از خانواده‌ام بخصوص همسر من نینا بخاطر حمایت‌ها و تشویق‌هایش که شاید بدون آن‌ها این کتاب نوشته نمیشد، تشکر می‌کنم.

ژوزف-ا- ادمینیستر

۲.۰ مقدمه مترجمین در چاپ اول و دوم

نظر به این که درس الکترومغناطیس مهندسی از دروس پایه بسیاری از رشته‌ها است و با توجه به این که فهم و حل مسائل آن در مقایسه با سایر دروس کمی مشکل‌تر است، اقدام به ترجمه این کتاب نمودیم. تنوع مسائل و روش حل و بحث این کتاب کمک شایانی به دانشجویان مبتدی می‌نماید. دانشجویان دیگر نیز می‌توانند از آن بعنوان تمرین و مرور درس استفاده نمایند.

در استفاده از این کتاب به دانشجویان توصیه می‌شود حتی‌الامکان از مطالعه مسائل حل شده خود داری نموده و پس از آنکه با فکر خود مسئله را حل نمودند، راه حل خود را با کتاب مقایسه نمایند. در مورد مسائل حل نشده، دانشجویان برای تقویت فکر و قدرت انتخاب خود سعی کنند بدون توجه به جواب داده شده مسائل را حل کرده و سپس نتیجه را با کتاب مقایسه نمایند. با توجه

به این که سطح این کتاب مقدماتی است، لازم است دانشجویان فقط به این کتاب قناعت نکرده و به کتاب‌های پیشرفته نیز مراجعه نمایند.

از آن جایی که در چاپ کتاب تعجیل شد، فرصت کافی برای تصحیح و غلط‌گیری کامل آن نبود. امید است اشتباهات را تذکر دهند تا در چاپ‌های بعدی تصحیح گردد.

محمد صادق ابریشمیان - نصرت... گرانیپاه

اردیبهشت ۶۳

۳۰۰ مقدمه مترجمین در چاپ سوم

اولین ماده مغناطیس طبیعی، مغناطیت بود، که در شهر مگنزیای ترکیه فعلی کشف شد، که به همین دلیل امروزه این مواد را مگنت می‌نامند. نوشته‌های سقراط و تالس نشان می‌دهد که یونانی‌ها ۶۰۰ سال پیش از میلاد مسیح آهن را می‌شناختند و دریافته بودند که با مالش آهن بر روی مگنتیت، می‌توان خاصیت آهنربایی را به آن القا کرد. چندی بعد مشخص شد که اگر یک تکه سوزنی شکل آهنربا بر روی آب شناور شود و یا به نخ آویزان شود، جهت خاصی را نشان می‌دهد و این در واقع کشف قطب نما بود. چینی‌ها ۵۰۰ سال پیش از میلاد مسیح از قطب نما استفاده می‌کردند.

هانس کریستین اورستد در سال ۱۱۹۹ میلادی شیمی قطب‌نمایی را زیر یک سیم حامل جریان گذاشت و کشف کرد که یک میدان مغناطیسی، جریان الکتریکی را احاطه می‌کند. در سال ۱۲۱۰ هجری شمسی مایکل فاراده و جوزف هانری قانون القای الکترومغناطیس را کشف کردند. جیمز کلارک ماکسول، در سال ۱۲۵۲ هجری شمسی معادله‌های چهارگانه خود را ارائه کرد، که تاکنون از اعتبار بالایی برخوردار بوده و بسیاری از مسائل الکترومغناطیس به تحلیل آن پرداخته شده است. تنها در صورت وجود برهم‌کنش بین موج و ماده، به تحلیل‌های کوانتومی نیز نیاز است. در سال ۱۲۶۷ هجری شمسی هاینریش هرتز نظریه ماکسول در مورد وجود و انتشار امواج الکترومغناطیسی، و اینکه این امواج برای انتشار نیاز به محیط مادی ندارند را با آزمایش اثبات کرد.

الکترومغناطیس، به عنوان درس اصلی گرایش میدان و موج، پیش نیاز بسیاری از درس‌ها، از قبیل میدان‌ها و امواج، میکروویو، امواج میلی‌متری، تراهرتز، آنتن، بیومغناطیس، بیوالکتریک، نور، و ... در کلیه مقاطع تحصیلی کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکترا است.

امواج الکترومغناطیسی در بازه وسیع فرکانسی از چند هرتز تا 10^{23} هرتز و حتی بیشتر دارای مشخصات یکسانی از قبیل تشکیل شدن از دو بردار متعامد میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی، سرعت انتشار تقریباً یکسان، صدق کردن در معادله‌های ماکسول و موج، عدم نیاز به محیط مادی برای انتشار، و غیر قابل رویت بودن برای انسان هستند. تنها در بازه باریکی از این طیف پهنایور، اثر برخورد امواج الکترومغناطیسی در ناحیه نور مرئی به جو زمین، برای انسان قابل رویت است. امواج الکترومغناطیسی حامل و عامل رساندن انرژی خورشیدی به کره زمین هستند، که بدون آن حیات معنا ندارد.

کتاب الکترومغناطیس حاضر که برای سومین بار با تغییر و اصلاح کامل از ترجمه چاپ چهارم کتاب اصلی تهیه شده، دارای ۱۷ فصل است، که ۹ فصل آن در مورد الکتریسیته ساکن، ۳ فصل در مورد مغناطیس ساکن، دو فصل در مورد امواج الکترومغناطیسی، یک فصل موجرها و یک فصل آنتن است.

گرچه چاپ سوم کتاب را در پیش رو دارید، ولی به دلیل تغییر کلی محتوا، چاپ جدید محسوب شده و بدون شک دارای نواقصی خواهد بود، که از خوانندگان و سروران گرامی تقاضا داریم، محبت نموده و توصیه‌ها و راهنمایی‌های ارزنده خود را توسط رایانامه به‌نشانی:

msabrish@cetd.kntu.ac.ir یا granpayeh@cetd.kntu.ac.ir ارسال

فرمایند، تا در چاپ‌های بعدی، به آن‌ها ترتیب اثر داده و ویرایش‌های لازم را انجام دهیم.

محمد صادق ابیشمیان - نصرت... گرانیایه

۹ اسفند ۱۳۹۳

فهرست مطالب

۱	مقدمه مؤلف در چاپ اول	۱.۰
۱	مقدمه مترجمین در چاپ اول و دوم	۲.۰
۲	مقدمه مترجمین در چاپ سوم	۳.۰
۱۲	پیشفتا	۴.۰
۱۳	موضوع الکترومغناطیس	۱
۱۳	زمینه‌های تاریخی	۱.۱
۱۴	هدف از این فصل	۲.۱
۱۵	بار الکتریکی	۳.۱
۱۶	واحدها	۴.۱
۱۷	بردارها	۵.۱
۱۹	نیرو، میدان، شار، و پتانسیل الکتریکی	۶.۱
۲۳	نیروی، میدان، شار، و پتانسیل مغناطیسی	۷.۱
۲۷	القای الکترومغناطیسی	۸.۱
۲۸	عملگرهای ریاضی و اتحادها	۹.۱
۲۸	معادلات ماکسول	۱۰.۱
۳۱	امواج الکترومغناطیسی	۱۱.۱
۳۵	خط سیر یک حرکت سینوزوئیدال دو بعدی	۱۲.۱
۳۷	قطبش موج	۱۳.۱
۳۸	طیف الکترومغناطیسی	۱۴.۱
۳۸	خطوط ارتباط	۱۵.۱
۶۱	آنالیز برداری	۲
۶۱	مقدمه	۱.۲
۶۱	نمایش بردارها	۲.۲
۶۲	تابع‌های برداری	۳.۲

۶۳	جبر برداری	۴.۲
۶۵	سامانه‌های مختصات	۵.۲
۶۷	دیفرانسیل حجم، سطح، و طول	۶.۲

۸۱	میدان الکتریکی	۳
۸۱	مقدمه	۱.۳
۸۱	قانون کولمب به صورت برداری	۲.۳
۸۳	جمع اثرها	۳.۳
۸۳	شدت میدان الکتریکی	۴.۳
۸۴	توزیع بار الکتریکی	۵.۳
۸۵	بار سطحی	۶.۳
۸۵	بار خطی	۷.۳
۸۶	شکل‌های استاندارد بار الکتریکی	۸.۳

۱۰۹	شار الکتریکی	۴
۱۰۹	بار خالص در یک ناحیه	۱.۴
۱۱۰	شار الکتریکی و چگالی شار الکتریکی	۲.۴
۱۱۲	قانون گوس	۳.۴
۱۱۳	رابطه بین چگالی شار و شدت میدان الکتریکی	۴.۴
۱۱۴	سطح‌های گوسی مخصوص	۵.۴

۱۳۱	گرادیان، دیورژانس، کرل، و لاپلاسیان	۵
۱۳۱	مقدمه	۱.۵
۱۳۱	گرادیان	۲.۵
۱۳۳	عملگر دلتا ∇	۳.۵
۱۳۳	عملگر دلتا و گرادیان	۴.۵
۱۳۴	دیورژانس	۵.۵
۱۳۴	رابطه‌ای برای دیورژانس در دستگاه‌های مختصات	۶.۵
۱۳۷	عملگر دلتا و دیورژانس	۷.۵
۱۳۷	دیورژانس D	۸.۵
۱۳۸	قضیه دیورژانس	۹.۵
۱۴۰	کرل	۱۰.۵
۱۴۲	لاپلاسیان	۱۱.۵
۱۴۳	خلاصه‌ای از عملیات برداری	۱۲.۵

۱۵۹	۶	الکتریسیته ساکن: کار، انرژی، و پتانسیل
۱۵۹	۱.۶	کار انجام شده در حرکت بار نقطه‌ای
۱۶۰	۲.۶	خاصیت پایستاری میدان الکتریسیته ساکن
۱۶۲	۳.۶	پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه
۱۶۲	۴.۶	پتانسیل یک بار نقطه‌ای
۱۶۲	۵.۶	پتانسیل بار توزیع شده
۱۶۴	۶.۶	رابطه بین E و V
۱۶۵	۷.۶	انرژی در میدان‌های الکتریسیته ساکن

۱۸۱	۷	جریان الکتریکی
۱۸۱	۱.۷	مقدمه
۱۸۱	۲.۷	حرکت بار الکتریکی
۱۸۲	۳.۷	چگالی جریان الکتریکی J
۱۸۳	۴.۷	چگالی جریان هدایتی
۱۸۵	۵.۷	هدایت ویژه
۱۸۶	۶.۷	جریان I
۱۸۷	۷.۷	مقاومت
۱۸۹	۸.۷	چگالی جریان سطحی
۱۹۰	۹.۷	پیوستگی جریان
۱۹۲	۱۰.۷	شرایط مرزی برای رساناها و عایق‌ها

۲۰۹	۸	ظرفیت و مواد عایق
۲۰۹	۱.۸	قطبش P و گذردهی نسبی
۲۱۱	۲.۸	ظرفیت
۲۱۲	۳.۸	خازن‌های با چند عایق
۲۱۴	۴.۸	انرژی ذخیره شده در یک خازن
۲۱۴	۵.۸	E, D و ولتاژ ثابت
۲۱۵	۶.۸	E, D و بار الکتریکی ثابت
۲۱۷	۷.۸	شرایط مرزی در مرز دو عایق
۲۱۸	۸.۸	روش تصویر

۲۳۷	۹	معادله لاپلاس
۲۳۷	۱.۹	مقدمه
۲۳۷	۲.۹	معادله پواسون و معادله لاپلاس
۲۳۸	۳.۹	معادله لاپلاس در مختصات مختلف

۲۳۹	قضیه یکتائی	۴.۹
۲۳۹	قضیه مقدار متوسط و مقدار بیشینه	۵.۹
۲۴۰	حل معادله لاپلاس یک متغیره	۶.۹
۲۴۱	حل معادله لاپلاس در مختصات کارتزین	۷.۹
۲۴۲	حل معادله لاپلاس در مختصات استوانه‌ای	۸.۹
۲۴۴	حل معادله لاپلاس در مختصات کروی	۹.۹

۲۶۷	۱۰ میدان مغناطیسی و شرایط مرزی	
۲۶۷	۱.۱۰ مقدمه	
۲۶۷	۲.۱۰ قانون بیو-سوار	
۲۷۰	۳.۱۰ قانون آمپر	
۲۷۱	۴.۱۰ رابطه J و H	
۲۷۲	۵.۱۰ چگالی شار مغناطیسی B	
۲۷۳	۶.۱۰ میدان مغناطیسی و شرایط مرزی	
۲۷۶	۷.۱۰ جریان سطحی در ریزر	
۲۷۷	۸.۱۰ خلاصه‌ای از شرایط مرزی	
۲۷۷	۹.۱۰ بردار پتانسیل مغناطیسی A	
۲۷۹	۱۰.۱۰ قضیه استوکس	

۲۹۹	۱۱ نیرو و گشتاور نیرو در میدان مغناطیسی	
۲۹۹	۱.۱۱ نیروی مغناطیسی روی ذرات باردار	
۳۰۰	۲.۱۱ ترکیب میدان الکتریکی و مغناطیسی	
۳۰۱	۳.۱۱ نیروی مغناطیسی بر المان جریان	
۳۰۳	۴.۱۱ کار و توان	
۳۰۴	۵.۱۱ گشتاور نیرو	
۳۰۵	۶.۱۱ گشتاور مغناطیسی یک سیم پیچ مسطح	

۳۲۳	۱۲ القا و مدارهای مغناطیسی	
۳۲۳	۱.۱۲ اندوکتانس	
۳۲۶	۲.۱۲ شکل‌های استاندارد خودالقای	
۳۲۶	۳.۱۲ قانون فاراده و ضریب خودالقای	
۳۲۸	۴.۱۲ ضریب خودالقای داخلی	
۳۲۹	۵.۱۲ ضریب القای متقابل	
۳۳۰	۶.۱۲ مدارهای مغناطیسی	
۳۳۱	۷.۱۲ منحنی $B - H$	

۳۳۲	۸.۱۲ قانون آمپر برای مدارهای مغناطیسی
۳۳۵	۹.۱۲ هسته با شکاف هوا
۳۳۵	۱۰.۱۲ هسته با سیم‌پیچ‌های متعدد
۳۳۶	۱۱.۱۲ مدارهای مغناطیسی موازی

۳۵۹	۱۳ میدان‌های متغیر با زمان و معادلات ماکسول
۳۵۹	۱.۱۳ مقدمه
۳۵۹	۲.۱۳ معادلات ماکسول برای میدان‌های ساکن
۳۶۰	۳.۱۳ قانون فاراده و قانون لنز
۳۶۱	۴.۱۳ حرکت رساناها در میدان‌های مستقل از زمان
۳۶۳	۵.۱۳ حرکت رسانا در میدان‌های متغیر با زمان
۳۶۵	۶.۱۳ جریان جابجایی
۳۶۶	۷.۱۳ نسبت به هم
۳۶۷	۸.۱۳ معادلات ماکسول برای میدان‌های متغیر با زمان

۳۸۷	۱۴ امواج الکترومغناطیسی
۳۸۷	۱.۱۴ مقدمه
۳۸۷	۲.۱۴ معادلات موج
۳۸۸	۳.۱۴ حل معادله موج در مختصات کارتزین
۳۹۰	۴.۱۴ امواج صفحه‌ای
۳۹۱	۵.۱۴ موج در محیط‌های کم‌هدایت
۳۹۲	۶.۱۴ موج در عایق کامل
۳۹۳	۷.۱۴ موج در رساناهای خوب؛ عمق نفوذ
۳۹۴	۸.۱۴ بازتاب امواج - برخورد قائم
۳۹۶	۹.۱۴ تابش مایل و قانون اسنل
۳۹۸	۱۰.۱۴ قطبش عمودی
۳۹۹	۱۱.۱۴ قطبش موازی
۴۰۰	۱۲.۱۴ امواج ساکن
۴۰۱	۱۳.۱۴ توان و بردار پواین‌تینگ

۴۱۷	۱۵ خطوط ارتباط
۴۱۷	۱.۱۵ مقدمه
۴۱۷	۲.۱۵ پارامترهای توزیع شده
۴۱۹	۳.۱۵ مدل‌های جزئی
۴۱۹	۴.۱۵ معادله خط ارتباط

۴۲۰	۵.۱۵	تحریک حالت ماندگار سینوزوئیدال
۴۲۲	۶.۱۵	حالت ماندگار سینوزوئیدال در خطوط بدون افت
۴۲۳	۷.۱۵	نمودار اسمیت
۴۲۵	۸.۱۵	تطبیق امپدانس
۴۲۷	۹.۱۵	تطبیق بوسیله یک دنباله
۴۲۸	۱۰.۱۵	تطبیق بوسیله دو دنباله
۴۳۰	۱۱.۱۵	اندازه‌گیری امپدانس
۴۳۱	۱۲.۱۵	حالت گذرا در خطوط بدون تلفات

۴۷۳	۱۶	موجبرها
۴۷۳	۱.۱۶	مقدمه
۴۷۳	۲.۱۶	میدان‌های مجبور و عرضی
۴۷۶	۳.۱۶	مودهای TM ، TE ، امپدانس موج
۴۷۶	۴.۱۶	تعیین میدان‌های مجبور
۴۷۸	۵.۱۶	فرکانس‌های قطع موده
۴۷۹	۶.۱۶	مود غالب
۴۸۱	۷.۱۶	انتقال قدرت در موجبر بدون تلفات
۴۸۲	۸.۱۶	اتلاف قدرت در موجبر تلفاتی

۵۰۱	۱۷	آنتن‌ها
۵۰۱	۱.۱۷	مقدمه
۵۰۱	۲.۱۷	منبع جریان و میدان‌های E و H
۵۰۲	۳.۱۷	آنتن دی‌پل الکتریکی (دی‌پل هرتز)
۵۰۳	۴.۱۷	پارامترهای آنتن
۵۰۵	۵.۱۷	آنتن حلقه‌ای کوچک
۵۰۶	۶.۱۷	آنتن دی‌پل با طول معین
۵۰۸	۷.۱۷	آنتن منوپل
۵۰۸	۸.۱۷	امپدانس خودی و امپدانس متقابل
۵۰۹	۹.۱۷	آنتن‌های گیرنده
۵۱۱	۱۰.۱۷	آرایه خطی
۵۱۳	۱۱.۱۷	بازتابگرها

۵۳۱	آ	دیورژانس، کرل، گرادیان، و لاپلاسین
-----	---	------------------------------------

۵۳۳	ب	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی
-----	---	----------------------------

پ واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۵۴۳

نمایه

۵۶۸

www.ketab.ir

۴۰. پیشگفتار

چاپ سوم کتاب الکترومغناطیسی شوم چندین دست آورد جدید ارائه میدهد که آن را وسیله‌ای خیلی توانمند برای دانشجویان و مهندسين نظریه میدان‌های الکترومغناطیسی است. این کتاب بعنوان کتاب درسی برای اولین درس الکترومغناطیس دانشجویان یا بعنوان کمک آموزشی سایر کتاب‌های درسی الکترومغناطیس و همین‌طور مرجع تدوین شده است. فصل اول، که یک فصل جدیدی است بروری از موضوع الکترومغناطیس که شامل مبانی تئوری، مسائل جدید و تمرینات (از میدان‌های ماکن تا معادلات ماکسول)، انتشار امواج، و خطوط ارتباط است. فصل‌های پنجم، دهم و سیزدهم تغییرات فاحشی یافته و دوبار مدون شده است. ابزارهای ریاضی از قبیل گرادیان، دیورژانس، کرل، و لاپلاس در فصل پنجم اصلاح شده است. میدان مغناطیسی و شرایط مرزی نیز اصلاح شده و در فصل جداگانه دهم ارائه شده است. به همین نحو، میدان‌های متغیر با زمان و معادلات ماکسول در فصل چهارم سیزدهم آورده شده است. خطوط ارتباط در فصل پانزدهم بحث شده است. البته، این فصل می‌واند، اثر برنامه درسی در این زمینه باشد، مستقل از سایر فصل‌ها استفاده شود.

رویکرد اصلی ویرایش‌های گذشته، بر اندک‌سایر کتاب‌های سری شوم، با تاکید بر چگونه مسائل را حل کرده و درس را از طریق مثال‌ها یادگیری، حفظ شده است. هر فصل شامل تعاریف مهم درس بصورت خلاصه‌ای از اصول، مبانی تئوری که از همه یادگیری مطالب است همراه با مسائل تشریحی است. در این صورت هر فصل شامل مجموعه مفصلی از مسائل با حل و جزئیات ریاضی، مخصوصاً تحلیل بردارها در مختصات کارتزین، استوانه‌ای و کروی است. در سراسر کتاب بحث ریاضی تا حد امکان ساده نگاشته شده و از رویکرد خلاصه‌گویی اجتناب شده است. مثال‌های مجرد بطور آزاد و نمودارها و شکل‌های زیادی بکار برده شده است. در طی سال‌های متمادی تدریس به این نتیجه رسیده‌ایم که حل بسیاری از مسائل با ترسیم دقیق شکل شروع می‌شود.

این کتاب را به دانشجویانمان تقدیم می‌کنیم که از آنها خوب امرزش دادن را آموخته‌ایم. از همکاری آقایان ام. ال. کولت و کی. اف. لی برای تدوین فصل‌های خط ارتباط، موجبرها و آنتن‌ها متشکریم. در آخر از همسران خود نینا ادمینستر و زهرا نحوی به‌خاطر حمایت‌هایشان سپاسگزاریم.

ژرژ ف ادمینستر

محمود نحوی