

۹۰۰, ۲, ۲۴

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اصول و مبانی الکترومغناطیس

مهندسی

تدوین:

دکتر محمود محمدطاهری

عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران

بهار ۱۳۹۵

سرشناسه	: محمدطاهری، محمود، ۱۳۳۴ -
عنوان و نام پدیدآور	: اصول و مبانی الکترومغناطیس مهندسی / تدوین محمود محمدطاهری.
مشخصات نشر	: تهران : دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۴۶۹ ص.
شابک	: 978-964-463-636-3
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
موضوع	: الکترو مغناطیس - - راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	: Electromagnetism - - Study and teaching (Higher)
موضوع	: الکترو مغناطیس - - مسائل، تمرینها و غیره (عالی)
موضوع	: Electromagnetism - - Problems, exercises, etc. (Higher)
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۵ ۶ الف ۳/م/۳ QC۷۶۰
رده بندی دیویی	: ۳ // ۰۷۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۲۳۵۸۲

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۹ شورای چاپ و
نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: اصول و مبانی الکترومغناطیس مهندسی
تدوین	: دکتر محمود محمدطاهری
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی، چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: بهار ۱۳۹۵
تیراژ	: ۳۰۰ نسخه
قیمت	: ۲۳۰۰۰ تومان
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۶۳۶-۳
	ISBN : 978-964-463-636-3

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

این کتاب برای جلوگیری از انتشار غیرمجاز رمزگذاری شده است.

فهرست

صفحه	عنوان
I	مقدمه
۱	فصل اول: آنالیز برداری و میدان الکتریکی
۱-۱	۱- عملیات برداری
۲-۱	۲- دستگاه مختصات متعامد
۱-۲-۱	۱-۲-۱- مختصات قائم
۲-۲-۱	۲-۲-۱- مختصات استوانه‌ای
۳-۲-۱	۳-۲-۱- مختصات کروی
۳-۱	۳-۱- تبدیل مختصات از دستگاه‌های مختلف به یکدیگر
۴-۱	۴-۱- تبدیل بردارها از دستگاه‌های مختلف به یکدیگر
۵-۱	۵-۱- جزء‌های طول و مساحت و حجم در دستگاه‌های مختصات مختلف
۶-۱	۶-۱- قانون کولمب
۷-۱	۷-۱- میدان الکتریکی
۱-۷-۱	۱-۷-۱- توزیع طولی
۲-۷-۱	۲-۷-۱- توزیع سطحی
۳-۷-۱	۳-۷-۱- توزیع حجمی
۸-۱	۸-۱- میدان الکتریکی ناشی از یک میله به طول محدود
۹-۱	۹-۱- میدان الکتریکی روی محور یک حلقه و دیسک باردار
۱۰-۱	۱۰-۱- شار الکتریکی
۱۱-۱	۱۱-۱- قانون گوس و محاسبه شار الکتریکی
۱۲-۱	۱۲-۱- تعریف دیورژانس یک بردار
۱۳-۱	۱۳-۱- قضیه دیورژانس
۱۴-۱	۱۴-۱- دو قطبی الکتریکی
۱۵-۱	۱۵-۱- معادله خطوط میدان الکتریکی
۶۷	فصل دوم: پتانسیل و هادی‌ها
۱-۲	۱-۲- پتانسیل بر روی محور یک حلقه دایروی و یک دیسک
۲-۲	۲-۲- پتانسیل ناشی از یک میله بینهایت طویل
۳-۲	۳-۲- رابطه بین پتانسیل و میدان الکتریکی
۴-۲	۴-۲- مفهوم فیزیکی گرادیان
۵-۲	۵-۲- انرژی ذخیره شده در میدان الکتریکی
۶-۲	۶-۲- هادی‌های الکتریکی

۷-۲	شرط مرزی بین هادی کامل و هوا.....	۱۰۱
۸-۲	اصل پیوستگی جریان.....	۱۰۸
۹-۲	مقاومت.....	۱۱۵
۱-۹-۲	مقاومت بین دو استوانه هم محور.....	۱۱۶
۲-۹-۲	مقاومت بین دو کره هم مرکز.....	۱۲۴

فصل سوم: عایق ها و ظرفیت.....		
۱-۳	چگالی بارهای پلاریزه در عایق های قطبی.....	۱۳۴
۲-۳	جمع بارهای پیل در داخل عایق.....	۱۴۳
۳-۳	شرط مرزی بین دو عایق.....	۱۴۸
۳-۴	محاسبه میدان الکتریکی در محیط های نامتجانس.....	۱۵۳
۵-۳	خازن.....	۱۵۶
۱-۵-۳	خازن مسطح.....	۱۵۶
۲-۵-۳	خازن استوانه ای.....	۱۶۲
۳-۵-۳	خازن کره ای.....	۱۶۸
۴-۵-۳	خازن میله ای.....	۱۸۱
۶-۳	انرژی ذخیره شده بین صفحات خازن.....	۱۸۴
۷-۳	محاسبه نیروی وارد بر یک جسم با استفاده از تغییر مکان مجازی.....	۱۸۸

فصل چهارم: حل مسائل الکترواستاتیک به روش تابع پتانسیل.....

۴-۱	تصویر بار نقطه ای در هادی مسطح زمین شده.....	۱۹۲
۲-۴	محاسبه ظرفیت یک میله رسانا به روش تصویر.....	۱۹۶
۳-۴	تصویر بار نقطه ای در داخل کره فلزی زمین شده.....	۲۰۰
۴-۴	کاربرد روش تصویر در تشریح عملکرد یک برقگیر.....	۲۰۴
۵-۴	شارژ کردن یک کره رسانا ایزوله با یک بار الکتریکی خارجی.....	۲۰۵
۶-۴	محاسبه ظرفیت خطوط انتقال انرژی به روش تصویر.....	۲۱۲
۷-۴	محاسبه ظرفیت بین دو کره رسانا به روش تصویر.....	۲۱۳
۸-۴	تصویر میله بار دار داخل استوانه فلزی.....	۲۱۴
۹-۴	محاسبه ظرفیت بین دو استوانه با استفاده از روش تصویر.....	۲۱۵
۱۰-۴	تجزیه و تحلیل مسائل الکترواستاتیک به روش حل معادلات لاپلاس و پواسن.....	۲۱۶
۱۱-۴	اثبات یکتایی پاسخ معادله لاپلاس با پواسن.....	۲۱۷
۱۲-۴	حل معادله لاپلاس یک متغیره در دستگاه قائم.....	۲۱۸
۱۳-۴	حل معادله لاپلاس دو متغیره در دستگاه قائم.....	۲۲۳
۱۴-۴	حل معادله لاپلاس یک متغیره در دستگاه استوانه ای.....	۲۲۴
۱۵-۴	حل معادلات لاپلاس دو متغیره در دستگاه استوانه ای.....	۲۵۰

۲۵۹	۱۶-۴- حل معادلات لاپلاس یک متغیره در دستگاه کروی
۲۷۲	۱۷-۴- حل معادلات لاپلاس دو متغیره در دستگاه کروی
۲۸۳	فصل پنجم: میدان و پتانسیل های مغناطیسی
۲۸۴	۱-۵- میدان مغناطیسی ناشی از سیمی به طول محدود
۲۹۲	۲-۵- محاسبه میدان روی محور یک حلقه جریان
۲۹۴	۳-۵- محاسبه میدان روی محور یک سیم پیچ
۲۹۷	۴-۵- میدان مغناطیسی ناشی از توزیع سطحی جریان
۳۰۲	۵-۵- میدان ناشی از یک صفحه بزرگ
۳۰۵	۶-۵- حساب میدان مغناطیسی ناشی از توزیع حجمی جریان
۳۱۰	۷-۵- قانون آمپر
۳۱۰	۱-۷-۵- کاربرد قانون آمپر در حل چند مسئله
۳۱۶	۸-۵- دوقطبی مغناطیسی
۳۱۹	۹-۵- پتانسیل برداری مغناطیسی
۳۲۰	۱۰-۵- تعریف کرل یک بردار
۳۲۵	۱۱-۵- پتانسیل برداری ناشی از سیمی به طول محدود
۳۲۸	۱۲-۵- قضیه استوک
۳۳۰	۱۳-۵- معادلات لاپلاس و پواسن برای پتانسیل بردار مغناطیسی
۳۳۲	۱۴-۵- پتانسیل اسکالر مغناطیسی
۳۳۷	فصل ششم: نیرو، گشتاور و اجسام مغناطیسی
۳۳۷	مقدمه
۳۳۸	۱-۶- نیروی مغناطیسی
۳۳۸	۲-۶- محاسبه شعاع حرکت الکترون در یک میدان مغناطیسی
۳۳۹	۳-۶- نیروی وارد بر سیم حامل جریان
۳۴۸	۴-۶- نیروی وارد بر صفحه حامل جریان
۳۵۱	۵-۶- نیروی وارد بر جریان حجمی
۳۵۲	۶-۶- گشتاور مغناطیسی
۳۵۹	۷-۶- اجسام مغناطیسی
۳۶۰	۸-۶- جریان های مغناطیسی
۳۷۲	۹-۶- شروط مرزی در مغناطیس
۳۷۹	۱۰-۶- استفاده از حل معادله لاپلاس در محاسبه میدان مغناطیسی
۳۸۸	۱۱-۶- تصویر در مغناطیس

۳۹۳	فصل هفتم: القا و قانون فاراده.....
۳۹۳	مقدمه.....
۳۹۴	۱-۷- ضریب خود القا و القا متقابل.....
۳۹۵	۱-۱-۷- ضریب خود القا و القا متقابل بین دو سیم پیچ بلند.....
۳۹۶	۲-۷- انرژی ذخیره شده در میدان مغناطیسی.....
۳۹۷	۱-۲-۷- چگالی انرژی مغناطیسی ذخیره شده.....
۳۹۹	۳-۷- محاسبه ضریب خود القا یک کابل هم محور.....
۴۱۲	۴-۷- محاسبه نیروی وارد بر یک جسم با استفاده از تغییر مکان مجازی.....
۴۱۶	۵-۷- اثرات مغناطیسی.....
۴۲۷	۶-۷- قانون القا فاراده.....
۴۴۰	۷-۷- قوانین ماکس.....
۴۴۳	۸-۷- شرط مرزی برای تغییر با زمان.....
۴۵۱	منابع و مراجع.....
۴۵۳	نمایه.....
۴۵۵	واژه نامه فارسی به انگلیسی.....
۴۵۹	واژه نامه انگلیسی به فارسی.....

مقدمه

الکترومغناطیس مهندسی از مهمترین و اساسی ترین دروس برای گرایش های مختلف مهندسی برق می باشد و به خصوص زیربنای مهمی در رشته مخابرات و قدرت به حساب می آید. اهمیت این درس به حدی است که یکی از ۷ درسی می باشد که دانشجویان برای ورود به دوره کارشناسی ارشد باید آن را امتحان بدهند. به علت سختی این درس در مقابل سایر دروس، پاسخ دادن به سوالات این درس در کنکور کارشناسی ارشد نقش تعیین کننده ای در قبولی در این کنکور مهم دارد. مولف این کتاب که بیش از ۲۴ سال است این درس را در دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر پردیس دانشگاه های فنی دانشکده فنی دانشگاه تهران تدریس می کند و در ضمن یکی از طراحان سوالات الکترومغناطیس در کنکور کارشناسی ارشد می باشد در سال ۸۰ این کتاب با انتشاراتی دیگری به چاپ رسید و در دسترس دانشجویان گرامی قرار داد که با استقبال غیرمنتظره آنرا مواجه شد به طوری که این کتاب در مدت بسیار کمی به چاپ پنجم رسید. با توجه به سیر مستمر مسائل و مثالهای کتاب قبل قرار شد کتاب جدیدی توسط انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر به چاپ برسد که از نظر کمی و کیفی قابل مقایسه با کتابهای مشابه نیست و سعی شده مسائل و مثالهای بسیار عمیق تر از کتاب قبلی در این کتاب آورده شود. به علت سخت بودن این درس برای دانشجویان، سعی شده علاوه بر مثالهای حل شده بسیاری که در این کتاب آورده شود سعی تمایز بین حل نشده نیز در این کتاب گنجانده شده تا ضمن آسان شدن فهم این کتاب برای دانشجویان، علاقمندی قابل توجهی در این درس برای دانشجویان عزیز حاصل شود. امید است که دانشجویان گرامی بتوانند مثل سابق از کتاب چاپ شده توسط انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر هم استفاده کنند که با توجه به وقت بسیار زیادی که در نگارش این کتاب به کار برده شده حتما این چنین خواهد شد. در پایان از سرکار خانم مهندس لیدا وهابی که در ویرایش این کتاب با جانب همکاری نمودند، کمال تشکر را دارم.

محمود محمد طاهری

دانشیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پردیس دانشگاه های فنی دانشگاه تهران

زمستان ۱۳۹۴