مهندسی پلاسما

میکائیل کیدار-ایزاک بیلیس

ترجمه

دکتر داود نوبهار

دکتر علی حسن‌بیگی

عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

www.ketab.ir

دانشگاه خوارزمی

تهران ۱۴۰۳

سرشناسه	:	کایدر، مایکل Keidar, Michael
عنوان و نام پدیدآور	:	مهندسی پلاسما/میکائیل کیدار، ایزاک بیلیس ؛ ترجمه داود نوبهار، علی حسن‌بیگی.
مشخصات نشر	:	تهران: دانشگاه خوارزمی ، ۱۴۰۳.
مشخصات ظاهری	:	۶۵۵ص.: مصور.
شابک	:	۴۵۰۰۰۰۰ریال 978-622-91235-5-3:
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی: Plasma Engineering , 2nd ed, 2018.
یادداشت	:	کتاب حاضر تحت همین عنوان با ترجمه یابک شکری توسط انتشارات دانشگاه شهید بهشتی- مرکز چاپ و انتشارات در سال ۱۴۰۲ فیپا دریافت کرده است.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	مهندسی پلاسما Plasma engineering پلاسما (گازهای یونیزه) Plasma (Ionized gases)
شناسه افزوده	:	بیلیس، آیزاک آی. Beilis, Isak I.
شناسه افزوده	:	نوبهار، داود، ۱۳۶۵-، مترجم، حسن‌بیگی، علی، ۱۳۵۵ - ، مترجم، دانشگاه خوارزمی
رده بندی کنگره	:	TA۲۰۲۰
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۰۴۴
شماره کتابشناسی ملی	:	۹۵۷۲۹۴۵
اطلاعات رکورد کتابشناسی	:	فیپا

www.ketab.ir

عنوان کتاب	:	**مهندسی پلاسما**
ویرایش دوم		میکائیل کیدار، ایزاک بیلیس
مترجمان	:	دکتر داود نوبهار، دکتر علی حسن‌بیگی
ناشر	:	دانشگاه خوارزمی
چاپ و صحافی	:	دانشگاه خوارزمی
صفحه‌آرا و طراح جلد	:	فاطمه منظور
ویراستار	:	فاطمه منظور
نوبت و سال چاپ	:	اول، ۱۴۰۳
شابک	:	۹۷۸-۶۲۲-۹۱۲۳۵-۵-۳
شمار	:	۵۰۰ نسخه
قیمت	:	۴۵۰۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به انتشارات دانشگاه خوارزمی است.

آدرس: تهران، خ شهید مفتح، شماره ۴۳، کدپستی ۱۴۹۱۱- ۱۵۷۱۹ تلفن مرکز پخش: ۸۸۳۱۱۸۶۶

pub@khu.ac.i www.khu.ac.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

دیباچه‌ی مترجمان ۱۵
فصل اول ۱۷
مفاهیم پلاسما ۱۷
۱-۱ مقدمه ۱۷
۱-۱-۱ طول دبای ۲۰
۱-۱-۲ نوسانات پلاسما ۲۲
۱-۱-۳ انواع پلاسما ۲۵
۱-۲ پدیده‌های ذرات پلاسما ۳۴
۱-۲-۱ برخوردهای ذرات ۳۴
۱-۲-۱-۱ تعاریف ۳۴
۱-۲-۱-۲ سطح مقطع، مسیر آزاد میانگین ۳۷
۱-۲-۱-۳ سطح مقطع تبادل بار ۴۲
۱-۲-۱-۴ سطح مقطع برخورد کولنی ۴۴
۱-۲-۱-۵ سطح مقطع یونش ۴۶
۱-۲-۱-۶ تعادل پلاسما ۴۸
۱-۳ امواج و ناپایداری‌های پلاسما ۵۴
۱-۳-۱ پدیده‌های الکترومغناطیسی در پلاسما ۵۴
۱-۳-۱-۲ انتشار امواج الکترومغناطیسی ۵۶
۱-۳-۲ امواج در پلاسما ۶۰
۱-۳-۳ نوسانات پلاسما: ۶۱
۱-۳-۴ امواج الکترونی پلاسما ۶۴
۱-۳-۵ امواج صوتی در پلاسما ۶۶
۱-۳-۶ امواج در پلاسمای مغناطیده ۶۹
۱-۳-۷ ناپایداری‌های پلاسما ۷۱
۱-۳-۷-۱ ناپایداری دو جریانی ۷۳
۱-۳-۷-۲ ناپایداری جنبشی ۷۶
۱-۴ برهمکنش‌های پلاسما-دیواره ۷۹

www.ketab.ir

۱-۴-۱ گذار پلاسما-دیواره؛ پدیده‌های الکترواستاتیکی ۷۹
۱-۴-۱-۱ شرط غلاف پایدار؛ معیار بوهم ۸۱
۱-۴-۱-۲ راه حل یکنوا برای ناحیه‌ی غلاف و پیش غلاف ۸۳
۱-۴-۱-۳ فرمولبندی ریاضی ۸۴
۱-۴-۱-۴ توزیع یکنوای پتانسیل در غلاف ۸۸
۱-۴-۱-۵ راه حل‌ها در ناحیه‌ی پلاسما و غلاف؛ روش مواصله ۹۰
۱-۴-۱-۶ غلاف الکترواستاتیکی معمولی ۹۵
۱-۴-۱-۷ غلاف در یک میدان مغناطیسی ۱۰۰
۱-۵ پدیده‌های سطحی؛ گسیل الکترون و تبخیر ۱۰۳
۱-۵-۱ گسیل الکترون ۱۰۴
۱-۵-۱-۱ گسیل گرما یونی ۱۰۵
۱-۵-۱-۲ گسیل میدانی ۱۰۷
۱-۵-۱-۳ گسیل گرما یونی-میدانی ۱۰۸
۱-۵-۱-۴ گسیل الکترون ثانویه ۱۰۹
۱-۵-۲ تبخیر ۱۱۰
۱-۵-۲-۱ مدل لانگمیر ۱۱۱
۱-۵-۲-۲ مدل جنبشی ۱۱۲
۱-۵-۲-۳ مدل لایه‌ی غیر تعادلی ۱۱۳
مرینات ۱۲۴
بخش اول ۱۲۴
منابع و مراجع ۱۲۸
فصل دوم مشخصه‌یابی پلاسما ۱۳۳
۲-۱ پروب (کاوشگر) لانگمیر ۱۳۳
۲-۲ حدّ حرکت مداری ۱۳۷
۲-۳ پروب لانگمیر در سیستم برخورد-غالب ۱۴۱
۲-۴ پروب گسیل کننده ۱۴۲
۲-۵ پروب در یک میدان مغناطیسی ۱۴۳
۲-۶ اندازه‌گیری انرژی یون، تحلیل الکترواستاتیکی ۱۴۵
۲-۷ مشخصه‌یابی پلاسما با فرکانس قطع بالا ۱۴۷
۲-۸ روش تداخل سنجی ۱۴۹

www.ketab.ir

۲-۹ اندازه‌گیری‌های اپتیکی و تصویربرداری سریع ۱۵۱
۲-۱۰ طیف‌سنجی پلاسما ۱۵۳
۲-۱۱ پراکندگی میکروموج ۱۵۵
تمرینات ۱۵۸
منابع و مراجع ۱۵۹
فصل سوم تخلیه‌های الکتریکی ۱۶۱
۳-۱ فروشکست الکتریکی و قانون پاشن ۱۶۱
۳-۲ تخلیه‌های جرقه‌ای و پدیده‌های استریمر ۱۶۶
۳-۲-۱ بهمن الکترونی ۱۶۷
۳-۲-۲ سازوکار استریمر ۱۷۰
۳-۳ تخلیه‌ی تابان ۱۷۱
۳-۳-۱ نواحی کاتد و آند ۱۷۳
۳-۳-۲ ستون مثبت تخلیه‌ی تابان ۱۷۴
۳-۴ تخلیه‌های قوسی ۱۷۶
۳-۴-۱ قوس فشار اتمسفری ۱۷۷
۳-۴-۱-۱ ستون پلاسمایی بین الکترودی تخلیه‌ی قوسی ۱۷۸
۳-۴-۲ قوس خلأ ۱۸۰
۳-۴-۲-۱ ناحیه‌ی کاتد ۱۸۱
۳-۴-۲-۲ ناحیه‌ی آندی ۱۸۹
۳-۴-۲-۳ پلاسمای بین الکترودی ۱۹۴
۳-۴-۲-۴ قوس خلأ جریان بالا (***HCVA***)؛ اثر میدان مغناطیسی ۱۹۵
تمرینات ۱۹۶
منابع و مراجع ۱۹۸
فصل چهارم دینامیک پلاسما ۲۰۱
۴-۱ پلاسما در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ۲۰۱
۴-۲ آینه‌های مغناطیسی ۲۰۶
۴-۳ نکاتی در رابطه با سوق ذرات ۲۱۰
۴-۴ دینامیک پلاسما تحت اثر $\boldsymbol{E} \times \boldsymbol{B}$ در دستگاه‌های پلاسمایی ۲۱۱
۴-۵ پخش و انتقال پلاسماها ۲۱۳
۴-۵-۱ مفاهیم فیزیکی پخش ۲۱۳

www.ketab.ir

۴-۵-۲ پخش همدوقطبی ۲۱۴
۴-۵-۳ پخش در میدان مغناطیسی ۲۱۵
۴-۶ روش‌های شبیه سازی ۲۱۸
۴-۷ روش ذره در سلول (PIC) ۲۱۹
۴-۷-۱ معادله‌ی حرکت ۲۲۲
۴-۷-۲ انتگرال‌گیری از معادلات میدان ۲۲۳
۴-۷-۳ ذرات و وزن دهی نیرو: ۲۲۴
۴-۷-۳-۱ وزن دهی مرتبه‌ی صفر ۲۲۵
۴-۷-۳-۲ وزن دهی مرتبه‌ی اول ۲۲۵
۴-۷-۴ تولید ذره ۲۲۶
۴-۷-۵ مثالی از کاربرد شبیه سازی PIC ۲۲۷
۴-۸ شبیه سازی سیالی پلاسماها؛ انبساط مرز آزاد ۲۲۹
۴-۸-۱ مدل سیالی جت پلاسمای قوس خلأ ۲۲۹
۴-۸-۲ مدل بنیادی ۲۳۰
۴-۸-۳ گسترش جت پلاسمای آزاد ۲۳۵
۴-۸-۳-۱ شرایط مرزی برای گسترش جت پلاسمای آزاد ۲۳۶
۴-۸-۳-۲ مثالی از محاسبه‌ی گسترش جت پلاسمای مرز آزاد ۲۳۸
۴-۸-۳-۳ مثال محاسباتی ۲۴۶
۴-۸-۳-۴ بحث در مورد مدل مرزی آزاد ۲۵۱
۴-۸-۳-۵ مدل سازی شار پلاسما در قطع کننده‌های قوس خلأ جریان بالا ۲۵۲
۴-۸-۳-۶ مدل سازی گذار از یک مد پخشی به یک مد محصور شده‌ی جریان بالا ۲۵۹
تمرینات ۲۶۱
منابع و مراجع ۲۶۵
فصل پنجم پلاسما در پیشرانه‌ی فضایی ۲۶۹
۵-۱ پلاسما در رانشگرهای پلاسمایی کندوسوخته ۲۷۰
۵-۱-۱ پدیده‌های کندوسوز و لایه‌ی نادسن ۲۷۲
۵-۱-۲ یونش در حضور شتاب پلاسما در ناحیه‌ی هیدرودینامیکی ۲۷۸
۵-۱-۲-۱ محدودیت شتاب پلاسمای کوچک ۲۸۰
۵-۱-۲-۲ گذار صوتی منظم ۲۸۰
۵-۱-۲-۳ مثال‌های عددی ۲۸۱

www.ketab.ir

۵-۱-۳ مثال: کاربرد پلاسمای کربن-فلورین در میکرو رانشگر پلاسمای پالسی ۲۸۴
۵-۱-۴ پلاسمای تولید شده از طریق کندوسوز: مثالی از کندوسوز تفلون ۲۸۷
۵-۱-۵ بررسی حالت کندوسوز ۲۸۹
۵-۱-۶ رانشگر پلاسمای پالسی مبتنی بر الکترومغناطیس ۲۹۱
۵-۱-۷ مدل تخلیه‌ی الکتریکی کنترل شده توسط فرآیند کندوسوز ۲۹۲
۵-۱-۷-۱ کندوسوز تفلون ۲۹۳
۵-۱-۷-۲ تحلیل پلاسمای شبه خنثی ۲۹۴
۵-۱-۷-۳ شبیه سازی پلاسما در رانشگر پلاسمای پالسی ۲۹۶
۵-۱-۷-۴ عملکرد رانشگر ۲۹۹
۵-۲ توده‌ی پلاسما و پدیده‌های مجاور دیواره در رانشگر هال ۳۰۱
۵-۲-۱ شتاب پلاسما در رانشگرهای هال ۳۰۲
۵-۲-۲ سازوکارهای انتقال الکترون ناهنجار ۳۰۵
۵-۲-۲-۱ نوسان‌های پلاسما ۳۰۵
۵-۲-۲-۲ تعریف رسانایی مجاور دیواره ۳۰۷
۵-۲-۲-۳ مدل ریاضی رسانایی مجاور دیواره ۳۰۹
۵-۲-۳ ساختار لایه‌ی $E \times B$ ۳۱۷
۵-۲-۴ جریان پلاسما در رانشگر هال: مثال محاسباتی ۳۱۸
۵-۲-۴-۱ غلاف و گذار پلاسما-غلاف ۳۱۹
۵-۲-۴-۲ مدل پیش غلاف پلاسما ۳۲۲
۵-۲-۴-۳ برخوردهای الکترون ۳۲۴
۵-۲-۴-۴ جریان پلاسما در کانال رانشگر هال: نتایج شبیه سازی ۳۲۵
۵-۲-۴-۵ تفسیر فیزیکی نتایج ۳۲۹
۵-۲-۵ ویژگی‌های جریان پلاسما در رانشگرهای هال: توزیع پتانسیل دو بعدی ۳۳۳
۵-۲-۶ پلاسمای آندی در رانشگرهای هال ۳۳۹
۵-۲-۷ مدل آند توخالی ۳۴۱
۵-۲-۷-۱ راه حل تحلیلی ۳۴۲
۵-۲-۷-۲ مدل جت پلاسمای آندی ۳۴۳
۵-۲-۷-۳ محاسبات پلاسمای آندی ۳۴۴
۵-۲-۸ رانشگر با لایه‌ی آندی ۳۴۹
۵-۲-۸-۱ مسائل مرزی پلاسما در TAL ۳۵۲

www.ketab.ir

۵-۲-۸-۲ جریان پلاسمایی در پلاسمای شبه خنثی ۳۵۳
۵-۲-۸-۳ مثالی از شبیه سازی TAL بیموتی توان بالا ۳۵۴
۵-۲-۸-۴ مثال محاسباتی: تجزیه و تحلیل غلاف بار فضایی در مجاورت دیواره‌ی کانال TAL ۳۵۶
۵-۲-۹ تجزیه و تحلیل رانشگرهای هال چند مقیاسی ۳۶۳
۵-۳ میکرو پیشرانه ۳۶۶
۵-۳-۱ میکرو رانشگرهای کندوسوز شده ۳۶۷
۵-۳-۱-۱ رانشگر پلاسمای پالسی کندوسوخته ۳۶۷
۵-۳-۱-۲ میکرو رانشگر پلاسمای پالسی لیزری ۳۷۰
۵-۳-۱-۳ میکرو رانشگر قوس خلأ ۳۷۱
۵-۳-۱-۴ میکرو رانشگر قوس کاتد ۳۷۷
۵-۳-۱-۵ آزمایشات قبل و حین پرواز با $\mu - CAT$ ۳۸۵
۵-۳-۲ میکرو رانشگرهای مبتنی بر ماده‌ی پیشران مایع ۳۸۶
۵-۳-۲-۱ رانشگر پلاسمای پالسی مایع ۳۸۶
۵-۳-۲-۲ پیشرانه‌ی الکتریکی گسیل میدانی ۳۸۶
۵-۳-۲-۳ رانشگر کلوئیدی ۳۸۷
۵-۳-۲-۴ عملکرد $FEEP$ در حالت کلوئیدی با محدوده‌ی Isp پایین ۳۸۸
۵-۳-۲-۵ مفاهیم دیگری از میکرو پیشرانه ۳۸۹
۵-۴ ستون‌های پلاسمایی رانشگرها ۳۹۰
۵-۴-۱ توصیف مدل ستون ۳۹۱
۵-۴-۱-۱ باریکه‌ی یونی تولید شده توسط رانشگر ۳۹۲
۵-۴-۱-۲ جریان الکترون ۳۹۳
۵-۴-۱-۳ چگالی ذرات خنثی ۳۹۴
۵-۴-۱-۴ توزیع پتانسیل ۳۹۵
۵-۴-۲ مثالی از شبیه سازی ستون پلاسمایی در رانشگر هال ۳۹۶
۵-۴-۳ ستون پلاسمایی خروجی از یک میکرو رانشگر پلاسمای لیزری ۳۹۹
۵-۴-۳-۱ انبساط پلاسمایی تولید شده توسط لیزر ۴۰۰
۵-۴-۳-۲ مثالی برای محاسبه‌ی انبساط ستون پلاسمایی حاصل از $\mu - LPT$ ۴۰۲
۵-۴-۴ اثرات میدان مغناطیسی بر ستون پلاسما ۴۰۵
۵-۴-۴-۱ اثر میدان مغناطیسی بر ستون پلاسمایی رانشگر هال ۴۰۶
۵-۴-۴-۲ ستون پلاسمایی میدان نزدیک رانشگر پلاسمایی پالسی ۴۰۸

www.ketab.ir

۵-۴-۴-۳ شرایط مرزی برای شبیه سازی ستون ۴۰۸
۵-۴-۴-۴ دینامیک‌های ستون پلاسما ۴۰۹
۵-۴-۴-۶ مقایسه با داده‌های آزمایشگاهی ۴۱۵
۵-۵ پدیده‌های پلاسما در سیال‌های هایپرسونیک ۴۱۶
تمرینات ۴۲۴
منابع و مراجع ۴۲۷
فصل ششم علم و فناوری نانو پلاسما ۴۴۱
۶-۱ پلاسماها برای فناوری نانو ۴۴۱
۶-۱-۱ تعاریف ۴۴۱
۶-۱-۲ سنتز نانو ذرات مبتنی بر پلاسما ۴۴۲
۶-۱-۳ سنتز نانو ذرات کربن ۴۴۳
۶-۱-۳-۱ نانولوله‌های کربن ۴۴۶
۶-۱-۳-۲ گرافن ۴۴۹
۶-۱-۴ سنتز کنترل شده‌ی نانو ساختارهای کربنی در پلاسماهای قوسی: مقدمه‌ی نظری ۴۵۱
۶-۱-۴-۱ برهمکنش نانولوله‌های تک دیواره با پلاسمای قوس ۴۵۳
۶-۲ سنتز تقویت شده‌ی مغناطیسی نانو ساختارها در پلاسما ۴۵۸
۶-۲-۱ سیستم پلاسمای تخلیه‌ی قوسی برای سنتز نانولوله‌ی تک دیواره ۴۵۸
۶-۲-۲ سنتز نانولوله‌های کربن تک دیواره در یک میدان مغناطیسی ۴۵۹
۶-۲-۳ تأثیر میدان مغناطیسی بر دست‌سانی نانولوله‌ی تک دیواره ۴۶۵
۶-۲-۴ سنتز گرافن در پلاسمای قوسی ۴۷۱
۶-۲-۵ وضعیت کنونی هنر سنتز نانو ساختارهای کربنی مبتنی بر پلاسما ۴۷۷
۶-۲-۵-۱ تولید در مقیاس بزرگ ۴۷۷
۶-۲-۵-۲ کنترل سنتز ۴۷۷
۶-۲-۵-۳ چشم انداز ۴۷۸
۶-۳ سنتز نانو ذرات در قوس الکتریکی: مدل سازی و مشخصه‌یابی ۴۸۰
۶-۳-۱ پلاسمای تخلیه‌ی قوس الکتریکی ۴۸۰
۶-۳-۱-۱ مدل تخلیه‌ی قوسی ۴۸۱
۶-۳-۲ مطالعات تجربی پلاسماهای تخلیه‌ی قوسی برای سنتز نانو ذرات ۴۹۲
۶-۳-۲-۱ مشخصه‌یابی پروب لانگمیر ۴۹۳
۶-۳-۲-۲ تحلیل طیف گسیلی از پلاسماهای قوسی ۴۹۹

www.ketab.ir

۶-۳-۳ شبیه سازی دو بعدی پلاسماهای قوسی فشار اتمسفری ۵۰۷
۶-۳-۴ مدل سنتز نانولوله‌ی کربن در پلاسمای تخلیه‌ی قوسی ۵۱۷
۶-۳-۵ پیشرفت‌های اخیر در سنتز نانو مواد کربنی مبتنی بر پلاسما ۵۲۸
۶-۳-۶ نکاتی در مورد سنتز مواد دو بعدی مبتنی بر پلاسما ۵۳۰
تمرینات ۵۳۲
منابع و مراجع ۵۳۳
فصل هفتم پلاسما پزشکی ۵۴۳
۷-۱ پلاسما برای کاربردهای زیست پزشکی ۵۴۳
۷-۱-۱ مقدمه ۵۴۳
۷-۱-۲ پلاسماهای فشار اتمسفری سرد ۵۴۸
۷-۱-۲-۱ مدل سازی مدرن جت‌های پلاسمایی سرد ۵۴۹
۷-۱-۲-۲ مشخصه‌یابی جت پلاسمای فشار اتمسفری سرد ۵۵۰
۷-۲ بر همکنش پلاسمای سرد با سلول‌ها ۵۵۷
۷-۲-۱ مهاجرت سلولی ۵۵۹
۷-۲-۲ فعال سازی اینتگرین توسط جت پلاسمای فشار اتمسفری سرد ۵۶۹
۷-۲-۲-۱ کاهش مهاجرت فیبروبلاست‌های پوستی و سلول‌های اپیتلیال قرنیه‌ی انسان در پاسخ به ***CAP*** ۵۷۰
۷-۲-۲-۲ فعال سازی فیبروبلاست اینتگرین‌ها، پاسخ آنها به ***CAP*** را کاهش می‌دهد ۵۷۲
۷-۲-۲-۳ فعال سازی اینتگرین‌ها توسط ***CAP*** ۵۷۵
۷-۲-۲-۴ چسبندگی کانونی (***FA***) سلول‌های تیمار شده ۵۷۶
۷-۲-۲-۵ رابطه‌ی بین اینتگرین‌ها و ***FA*** ها ۵۷۸
۷-۲-۲-۶ مدل ترمودینامیکی اثر ***CAP*** بر غشای سلولی ۵۸۳
۷-۳ کاربردهای ***CAP*** در درمان سرطان ۵۸۶
۷-۳-۱ قابلیت انتخابی پلاسمای سرد ۵۸۸
۷-۳-۲ تجزیه و تحلیل بیان ژن ۵۹۱
۷-۳-۳ هدف قرار دادن چرخه‌ی سلول سرطانی با ***CAP*** ۵۹۴
۷-۳-۳-۱ چرخه‌ی سلولی ۵۹۵
۷-۳-۳-۲ اثر ***CAP*** بر مهاجرت سلولی و توزیع سرعت در میان جمعیت سلولی انتخابی ۵۹۷
۷-۳-۳-۳ شناسایی تغییرات چرخه‌ی سلولی در فاز ***G2/M*** ۶۰۲
۷-۳-۳-۴ مطالعات توزیع جمعیت سلولی در چرخه‌ی سلولی تحت درمان با ***CAP*** ۶۰۳
۷-۳-۳-۵ اثر همگام سازی سلولی بر افزایش قلّه‌ی ***G2/M*** ۶۰۶

www.ketab.ir

۷-۳-۳-۶ چرخه‌ی سلولی را هدف قرار می‌دهد CAP ۶۰۹
۷-۴ سازوکار مولکولی درمان‌های ضد سرطان مبتنی بر CAP ۶۱۲
۷-۵ پیشرفت‌های اخیر در درمان سرطان مبتنی بر پلاسما ۶۱۸
۷-۵-۱ شبیه سازی برهمکنش CAP با تومور ۶۱۹
۷-۵-۲ پدیده‌های خود سامانده پلاسما ۶۲۰
۷-۵-۳ کاربرد پلاسمای سرد در داخل بدن که گلیوبلاستوما را هدف قرار می‌دهد ۶۲۳
۷-۵-۴ درک سازوکار انتخاب‌گری CAP ۶۲۳
۷-۵-۵ تولید پر قدرت H2O2 ..... ۶۲۷
۷-۵-۶ دستگاه‌های پلاسمای تطبیقی ۶۲۸
تمرینات ۶۳۱
منابع و مراجع ۶۳۲
پیوست‌ها ۶۴۱
واژه نامه ۶۴۷

www.ketab.ir

دیباچه‌ی مترجمان

در سال‌های اخیر علم پلاسما و کاربردهای آن به طرز چشمگیری توسعه داده شده است. این پیشرفت‌ها از یک سو مرهون گسترش منابع پلاسمایی جدید بوده و از سوی دیگر حاصل کاربردهای نوین پلاسما در پردازش مواد، پیشرانه‌های فضایی، علوم نانو و علوم زیستی می‌باشد. این کتاب می‌کوشد تا جنبه‌های مختلف مهندسی پلاسما که به بیان ساده کنش متقابل علم پلاسما و کاربردهای آن می‌باشد را با تلفیق فیزیک پلاسما، تولید پلاسما و کاربردهای پلاسما به صورت نظری و تجربی نشان دهد.

در این کتاب سعی شده است تا مفاهیم نظری و روابط ریاضی به ساده‌ترین شکل ممکن و بدون ابهام برای دانشجویان بیان شود و در این راه برای ملموس بودن مباحث و تفهیم هر چه بیشتر مطالب در انتهای هر بحث از مثال‌های تجربی استفاده گردیده است. کتاب حاضر در ادامه به تشریح کاربردهای نوین پلاسما پرداخته و چشم اندازی از زمینه‌های پژوهشی پرطرفدار در حال انجام در دنیای امروزی را ارائه می‌دهد.

به اعتقاد مترجمین، این کتاب نیاز دانشجویان مقاطع تحصیلی کارشناسی و کارشناسی ارشد به منابع درسی نوین فارسی زبان در زمینه‌ی مهندسی پلاسما را که مطابق با استانداردهای آموزشی بین‌المللی باشد، برآورده می‌سازد. با وجود اهمیت مهندسی پلاسما در دنیای امروزی متاسفانه در کشور ما تا به حال منبع معتبری در این زمینه ترجمه نشده است تا باب آشنایی دانشجویان را با این علم خطیر بگشاید. لذا ما برخود لازم دانستیم تا با ترجمه کتاب "مهندسی پلاسما" که یکی از مراجع شناخته شده در دانشگاه‌های معتبر دنیاست، این امکان را برای دانشجویان کشور عزیزمان فراهم آوریم.

www.ketab.ir