

یونیزاسیون گازها

مقدمه‌ای بر تخلیه‌های گازی

دکتر آزاده برجسته

رئیس مرکز تحقیقات، لایما و لیزر سازمان بسیج علمی، پژوهشی و فناوری استان لرستان

مهندس محمودرضا نوری



انتشارات قلم اعظم

۱۳۹۵

سرشناسه	: برجسته، آزاده، ۱۳۶۴
عنوان و نام پدیدآور	: یونیزاسیون گازها: مقدمه‌ای بر تخلیه‌های گازی / آزاده برجسته، محمودرضا نوری
مشخصات نشر	: خرم‌آباد، قلم اعظم، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری	: ۱۰۳ ص، مصور
شابک	: ISBN:978-600- 7932-55-1
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتاب‌نامه
عنوان دیگر	: مقدمه‌ای بر تخلیه‌های گازی
موضوع	: یونش گازها
موضوع	: Ionization of gases
موضوع	: پلاسما (گازهای یونیزه)
موضوع	: Plasma (Ionized gases)
شناسه افزوده	: نوری، محمودرضا، ۱۳۶۰
ردیفی دیگر	: ۱۳۹۵ ی ۴ ب / QC ۷۰۲
ردیفی دیویی	: ۵۳۷ / ۵۳۲
شماره کتاب‌شناسی ملی	: ۴۴۹۳۹۴۷



انتشارات قلم اعظم

یونیزاسیون گازها: مقدمه‌ای بر تخلیه‌های گازی

دکتر آزاده برجسته

مهندس محمودرضا نوری

ویراستار: معصومه یاسمی‌فر

مرکز فروش و پخش: انتشارات قلم اعظم، همراه: ۰۹۱۶۹۸۰۴۲۷۵

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه، چاپ اول ۱۳۹۵

أمور رایانه‌ای و طرح جلد: سهیمه اسدزاده

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۹۳۲-۵۵-۱

بها: ۹۰۰۰۰ ریال

مرکز فروش و پخش:

خرم‌آباد، خیابان انقلاب، خیابان دلفان جنب بیمه ما (بانک ملت) همراه: ۰۹۱۶۹۸۰۴۲۷۵

فصل اول

مقدمه

- ۱۵ ۱-۱- تاریخچه تخلیه‌های الکتریکی
- ۲۲ ۲-۱- طبقه بندی تخلیه‌های گازی
- ۲۲ ۱-۱-۱- تخلیه‌های dc
- ۲۳ ۱-۱-۲- تخلیه‌های روشن
- ۲۴ ۱-۲-۱- تخلیه‌های کرونا
- ۲۵ ۱-۲-۱-۳- تخلیه‌های قوس یا جرقه
- ۲۶ ۱-۲-۱-۴- تخلیه‌های کاتد پراخ
- ۲۶ ۲-۲-۱- تخلیه ac
- ۲۶ ۱-۲-۲-۱- تخلیه الکتریکی با ساین دی الکتریک
- ۲۷ ۲-۲-۲-۱- تخلیه فرکانس رادیویی (F) با فرکانس $10^2 - 10^8 \text{ Hz}$
- ۲۸ ۳-۲-۲-۱- تخلیه میکروموجی با فرکانس $10^9 - 10^{11} \text{ Hz}$

فصل دوم

فرآیندهای گازی

- ۳۵ ۱-۲- واکنش‌های گازی
- ۳۶ ۱-۱-۲- برخورد کشسان
- ۳۷ ۲-۱-۲- برخوردهای برانگیختگی
- ۳۸ ۳-۱-۲- برخوردهای یونیزه کننده
- ۳۹ ۴-۱-۲- خلاصه برخوردها
- ۴۰ ۲-۲- یونیزاسیون در اثر برخورد الکترون- فرآیند α

- ۴۰- ۱-۲-۲- فرکانس برخورد
- ۴۲- ۲-۲-۲- بهمن الکترونی زمانی
- ۴۲- ۳-۲-۲- بهمن الکترونی فضایی
- ۴۶- ۴-۲-۲- ضریب اولین یونیزاسیون تانسند α
- ۴۷- ۳-۲- یونیزاسیون در اثر برخورد یون- فرآیند β
- ۴۹- ۴-۲- یونیزاسیون در اثر برخورد فوتون- فوتویونیزاسیون
- ۵۱- ۵-۲- یونیزاسیون در اثر برخورد اتم خنثی- یونیزاسیون حرارتی
- ۵۲- ۶-۲- یونیزاسیون پله ای (Penning)
- ۵۲- ۷-۲- دیگر فرآیندهای یونیزاسیون گازی
- ۵۳- ۱-۷-۲- اتیال الکترونی
- ۵۳- ۲-۷-۲- یونیزاسیون سردت پذیر
- ۵۳- ۳-۷-۲- یونیزاسیون وسایل پرتوهای X

فصل سوم

فرآیندهای کاتدی

- ۵۷- ۱-۳- انتشار حرارتی
- ۵۸- ۲-۳- انتشار میدانی
- ۵۸- ۳-۳- انتشار فوتوالکتریک
- ۵۹- ۴-۳- انتشار الکترون ثانویه
- ۶۶- ۵-۳- فرآیند شکست تانسند

فصل چهارم

تخلیه‌ی الکتریکی

- ۷۱- ۱-۴- تخلیه حالت یکنواخت بین الکترودهای موازی
- ۷۴- ۱-۱-۴- تخلیه غیر خودنگهدار (A-C)
- ۷۴- ۲-۱-۴- تخلیه تانسند (C-E)

- ۷۵ ۳-۱-۴- تخلیه روشن غیرطبیعی (E-F)
- ۷۶ ۴-۱-۴- تخلیه روشن (F-G)
- ۸۰ ۵-۱-۴- تخلیه روشن غیر عادی (G-H)
- ۸۰ ۶-۱-۴- تخلیه قوس (H-K)
- ۸۰ ۲-۴- تخلیه‌های نواری
- ۸۳ ۳-۴- منابع پلاسمایی تخلیه روشن
- ۸۳ ۱-۳-۴- منابع پلاسمای تخلیه روشن استوانه ای
- ۸۴ ۲-۲-۴- منابع پلاسمایی تخلیه روشن با صفحات تخت موازی
- ۸۵ ۳-۳-۴- منابع برای تولید پلاسما
- ۸۶ ۴-۳-۴- منابع باران الکترونی تولید پلاسما
- ۸۷ ۵-۳-۴- منابع تحله پندگ تولید پلاسما
- ۹۰ ۴-۴- متغیرهای کنترل برای تخلیه روشن
- ۹۱ ۵-۴- شکست گاز و تولید پلاسما
- ۹۲ ۱-۵-۴- فرآیند شکست تانسند
- ۹۶ ۲-۵-۴- فرآیند شکست ستونی
- ۹۹ ۶-۴- شکست در گازهای الکترونگاتیو
- ۱۰۰ ۷-۴- محدوده دما- چگالی در مطالعه فیزیک پلاسما
- ۱۰۳ مراجع

پیش گفتار

در دما و فشار نرمال، گازها عایق هستند. جریان رسانی در این گازها از مرتبه $10^{-16} / \text{cm}^2$ است. این جریان رسانی از یونیزاسیون هوا به وسیله تابش کیهانی و مواد رادیواکتیو حاضر در اتمسفر و زمین ایجاد می شود. در میدان های قوی، ذرات باردار ممکن است به برخورد با ذرات انرژی کافی بدست آورند تا سبب یونیزاسیون در برخورد با مولکول های خنثی شود. مهم ترین فرآیندی که منجر به شکست گازها می شود، توسط یونیزاسیون در اثر برخورد الکترون تحت تأثیر میدان الکتریکی قوی، به وجود می آید. زمانی که ماده در حالت گاز تا دمای بالا حرارت داده شود، اتم ها حداقل یک الکترون در خارجی ترین لایه خود را از دست می دهند. بدین ترتیب، آنچه که باقی می ماند یون های مثبت در دریایی از الکترون ها هستند که آن پلاسما می گویند.

به طور کلی، شیمی پلاسما به دو قسمت تقسیم می شود: شیمی حجم و شیمی سطح. در ساده ترین حالت، یک تخلیه الکتریکی از الکترون ها به عنوان منبع و گاز به عنوان حجمی که در آن تخلیه رخ می دهد، تشکیل می شود. در حجم تخلیه، به ذرات باردار شتاب گرفته (الکترون ها و یون ها) و دیگر ذرات شیمیایی (اتم ها، مولکول ها، رادیکال ها) برهم کنش ایجاد می شود. این برهم کنش می تواند منجر به شکل گیری ذرات شیمیایی جدید شود. مثلاً یک مولکول می تواند برانگیخته یا تجزیه شود؛ اتم ها و مولکول های برانگیخته واکنش پذیری بیشتری نسبت به اتم ها و مولکول های خنثی دارند.

هدف اصلی که در این کتاب بر آن تمرکز شده است، به دست آوردن درک مناسبی از مفاهیم اولیه در تخلیه های گازی است؛ بنابراین بحث را با توصیف مختصری از مفاهیم اساسی این موضوع شروع می کنیم.