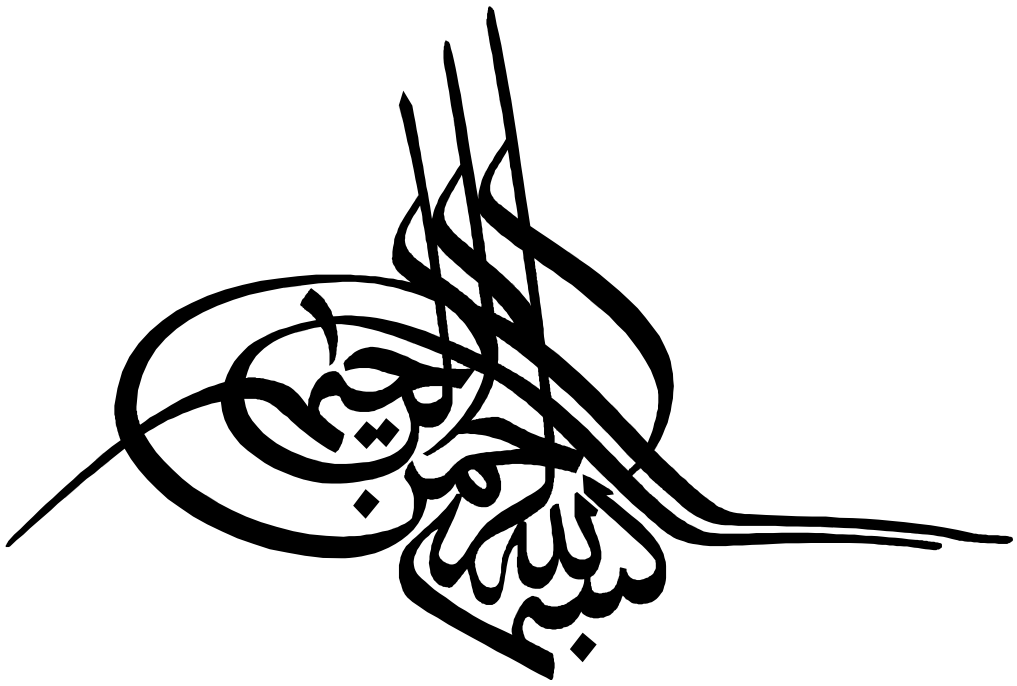
بسم الله الرحمن الرحيم

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس ها و یا سخنرانی‌ها، باید نام دانشگاه بوعلی (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر ماخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

دانشکده علوم
گروه فیزیک

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فیزیک(حالت جامد)

عنوان:

بررسی سالیتون‌های محیط پلاسمای غباری

استاد راهنما:

دکتر قاسم فروزانی

استاد مشاور:

دکتر بابک ژاله

پژوهشگر:

ملوس محمدی

شهریور ۱۳۸۹

دانشکده علوم
گروه فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فیزیک

گرایش حالت جامد

عنوان:

بررسی سالیتون‌های محیط پلاسمای غباری

استاد راهنما:

دکتر قاسم فروزانی

پژوهشگر:

ملوس محمدی

کمیته ارزیابی پایان نامه

۱- استاد راهنما: **دکتر قاسم فروزانی**.....دانشیار فیزیک

۲- استاد مشاور:**دکتر بابک ژاله** ..... استادیار فیزیک

۳- استاد مدعو: **دکتر محمد امیری**..... استادیار فیزیک

۴- استاد مدعو: **دکتر منوچهر بابایی‌پور**..... استادیار فیزیک

دانشکده علوم

گروه فیزیک

جلسه دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

ملوس محمدی **در رشته فیزیک (گرایش حالت جامد)**

تحت عنوان:

بررسی سالیتون‌های محیط پلاسمای غباری

به ارزش ۶ واحد در روز چهارشنبه مورخ ۱۳۸۹/۶/۳۱ ساعت ۱۲-۱۰ در محل آمفی‌تئاتر۱ و با حضور اعضای هیأت داوران زیر برگزار گردید و با نمره ۱۹ درجه عالی ارزیابی شد.

ترکیب اعضای هیأت داوران:

ردیف	سمت در هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی ـ گروه/ دانشکده/ دانشگاه	محل امضاء
۱.	استاد راهنما	دکتر قاسم فروزانی	دانشیار- فیزیک/ علوم/ بوعلی سینا	
۲.	استاد مشاور	دکتر بابک ژاله	استادیار- فیزیک/ علوم/ بوعلی سینا	
۳.	استاد مدعو	دکتر محمد امیری	استادیار- فیزیک/ علوم/ بوعلی سینا	
۴.	استاد مدعو	دکتر منوچهر بابایی‌پور	استادیار- فیزیک/ علوم/ بوعلی سینا	

جهان در انتظار عدالت است

و

عدالت در انتظار مهدی(عج)

تقدیم به ساحت مقدس امام زمان(عج)

تقدیر و تشکر

حمد و ستایش از آن خداست که در یگانگی خود بلند مرتبه، و در یکتاییاش نزدیک است. در سلطنت خویش با شکوه و در ارکان خود با عظمت است. بر هر شیئی احاطه‌ی علمی دارد در حالی‌که در جای خود است و بر همه‌ی مخلوقات با قدرت و برهان سیطره دارد. همیشه ستوده بوده و همواره مورد ستایش خواهد بود. بزرگواریست که زوال نمی‌پذیرد؛ و آغازگر آفرینش و بازگرداننده‌ی آن است و هر کاری به سوی او باز می‌گردد.

ای پدر،

ای ایستاده بر بلندای افتخار

پدری چون تو تکیه‌گاه من است.

حکایات کوهمردی‌ات، زمزمه‌ای بس طولانی در ذهن زمان است. به اندرز می‌خوانمش و چراغی در دست،راه خود پیش می‌گیرم تا رفتن. تا رسیدن ...

ای مادر،

از تو نوشتن، قلمی توانا طلب می کند که مرا توان آن نیست. تو بزرگتر از آنی که قلم شکسته چون منی یارای صعود به بارگاه آسمانی ات را داشته باشد.

بیان حق شناسی سزاوارانه ات را ندارم.اندیشه قاصرم و قلمم ناتوانتر از آنی است که بتواند فرشته ای چون تو را بستاید

چه کنم که توشه ای بیش از این ندارم پس سخاوتمندانه همین دلواژه های نارسم را بپذیر...

از تلاش‌ها و راهنمایی‌های و زحمات بی‌دریغ جناب آقای دکتر فروزانی استاد راهمنا و جناب آقای دکتر ژاله استاد مشاور این پایان‌نامه کمال تشکر را دارم و از خداوند توفیق روزافزونشان را مسئلت می‌دارم.

و در نهایت از دوستان عزیز که همراهی آن‌ها مایه‌ی دلگرمی و ایجاد نیرو برای هموارتر شدن این مرحله از زندگی شد، تشکر و قدردانی می‌نمایم و برایشان بهترین‌ها را آرزومندم.

ملوس محمدی

شهریور۸۹

دانشگاه بوعلی سینا

مشخصات رساله /پایان نامه تحصیلی

عنوان پایان‌نامه: بررسی سالیتون‌های محیط پلاسمای غباری

نام نویسنده: ملوس محمدی

نام استاد راهنما: دکتر قاسم فروزانی

نام استاد مشاور: دکتر بابک ژاله

دانشکده : علوم	**گروه آموزشی: فیزیک**	
رشته تحصیلی: فیزیک	**گرایش تحصیلی: حالت جامد**	**مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد**
تاریخ تصویب: ۸۸/۰۴/۰۷	**تاریخ دفاع: ۱۳۸۹/۰۶/۳۱**	**تعداد صفحات: ۱۱۳**

چکیده:

در سال های اخیر بیشترین بررسی های انجام شده در زمینه فیزیک پلاسمای غباری مربوط به امواج آکوستیک-غباری و بلورهای پلاسمای غبارآلود می باشد. در پلاسما انواع مختلف نوسانات و امواج انتشار می یابد. این نوسانات از طریق تغییرات دوره ای چگالی ذرات یا شدت میدان های الکتریکی و مغناطیسی آشکار می شوند. ما در این پایان نامه پلاسمای غباری با جفت شدگی ضعیف (اگر انرژی جنبشی ذرات بسیار بزرگ تر از پتانسیل برهم کنشی باشد، جفت شدگی ضعیف میان ذرات ایجاد می شود) را در نظر می گیریم و با استفاده از بسط و روش اختلال کاهنده، معادلات حاکم بر امواج شوک آکوستیک-غباری و آکوستیک یون-غباری و معادلات حاکم بر امواج سالیتونی آکوستیک-غباری و آکوستیک یون-غباری را با در نظر گرفتن نوسان بار غبار، رابطه پراکندگی امواج سالیتونی آکوستیک-غباری و امواج سالیتونی آکوستیک یون-غبار را در پلاسمای غباری مغناطیده و شرایط گرانشی به دست می آوریم. پایداری سالیتون ها را نیز بررسی می کنیم.

واژه‌های کلیدی: سالیتون ها، امواج شوک، روابط پراکندگی، امواج غبار-صوتی، امواج غبار یون-صوتی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه..... ۲

فصل اول: پلاسما و پلاسمای غبارآلود ۴

۱-۱-پلاسما ۵

۱-۱-۱تعریف پلاسما ۵

۱-۱-۲ چگونگی به وجود آمدن پلاسما ۵

۱-۱-۳ معیارهای پلاسما ۸

۱-۱-۴ پلاسما به عنوان یک شاره ۹

۱-۱-۵ معادله پیوستگی ۹

۱-۱-۶ معادله حرکت شاره ۱۰

۱-۱-۷ معادله حالت ۱۱

۱-۱-۸ مجموعه کامل معادلات شاره ۱۲

۱-۱-۹ نوسانات و امواج در پلاسما ۱۳

۱-۲ ذرات غبار ۱۴

۱-۲-۱ انواع غبارها ۱۴

۱-۲-۲ چگونگی باردارشدن ذرات غبار ۱۶

۱-۲-۳ نیروهای مؤثر بر ذرات غبار ۱۸

۱-۳ پلاسمای غبارآلود ۲۲

۱-۳-۱ خواص پلاسمای غبارآلود ۲۳

۱-۴ بعضی جنبه های فیزیک پلاسما ۲۵

۱-۵ پلاسمای غباری در فضا ۲۵

۱-۶ پلاسمای غباری در صنعت و آزمایشگاه ۲۷

۱-۱-۶ دسته اول ۲۷

۲-۱-۶ دسته دوم ۲۹

۱-۷ تولید پلاسمای غباری در آزمایشگاه ۳۰
۱-۷-۱ Q - ماشین اصلاح شده ۳۰
۱-۷-۲ تخلیه dc ۳۲
۱-۷-۳ تخلیه rf ۳۳
۱-۸ پلاسمای غباری در صنعت ۳۴
فصل دوم: امواج در فیزیک پلاسما ۳۵
۲-۱ مقدمه ۳۶
۲-۲ امواج شوک ۳۷
۲-۲-۱ تاریخچه مختصر امواج شوک ۳۸
۲-۲-۲ زمینه های کاربردی امواج شوک ۳۹
۲-۲-۳ چگونگی تشکیل امواج شوک در جریان سیال ۴۰
۲-۲-۴ تفاوت امواج شوک با امواج صوتی ۴۱
۲-۲-۵ نمونه هایی از تولید امواج شوک در آزمایشگاه ۴۲
۲-۳ امواج سالیتونی ۴۲
۲-۳-۱ خواص سالیتون ۴۵
۲-۳-۲ کاربردهای مفید سالیتون ۴۶
۲-۳-۳ معادلات سالیتونی ۴۶
۲-۴ امواج سالیتاری DIA ۴۹
۲-۵ امواج شوک DIA ۵۱
۲-۶ امواج سالیتاری DA ۵۳
۲-۷ امواج شوک DA ۵۵
۲-۸ رابطه پراکندگی امواج سالیتاری غبار صوتی(DA) ۵۷
۲-۹ رابطه پراکندگی امواج سالیتاری غبار یون صوتی (DIA) ۶۱
فصل سوم: امواج شوک و سالیتون‌ها در پلاسمای غبارآلود ۶۵
۳-۱ مقدمه ۶۶
۳-۲ معادله هیدرودینامیکی انتشار موج غبار- صوتی ۶۷
۳-۲-۱ معادلات پایه سیستم پلاسمای غباری ۶۷
۳-۲-۲ استخراج معادله انتشار امواج غبار-صوتی (DA) ۶۹
۳-۲-۳ به دست آوردن معادله mkdv ۷۲

۳-۳ بررسی سالیتون به ازای پارامترهای پلاسما..... ۷۴
۳-۴ امواج شوک ۸۳
۳-۴-۱ معادلات پایه سیستم پلاسمای غباری برای محاسبه امواج شوک ۸۳
۳-۴-۲ استخراج معادله انتشار امواج شوک (DA) ۸۴
۳-۵ رابطه پراکندگی امواج سالیتاری غبار صوتی(DA) ۸۵
۳-۶ رابطه پراکندگی امواج سالیتاری غبار یون صوتی (DIA) ۸۸
۳۳-۷ بحث و نتیجه گیری ۹۳
منابع ۹۴
چکیده.....
انگلیسی .....

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل (۱-۱) باردار شدن ذرات غبار، در محیط پلاسما ۱۶
شکل(۱-۲) تشکیل یک توپ کولنی در اطراف آند ۲۱
شکل (۱-۳) نمودارQ-ماشین اصلاح شده شامل چرخاننده غبار و استوانه چرخشی ۳۱
شکل (۱-۴) تصویری از چگونگی تولید پلاسمای غباری در تخلیه درخشان نئونdc ۳۲
شکل (۱-۵) سیستم تخلیه rf..... ۳۳
شکل (۲-۱) امواج شوک ۳۸
شکل (۲-۲) تولید اختلال در جریان‌های مافوق سرعت سیرصوت و مادون سرعت سیرصوت ۴۰
شکل (۲-۳) مقایسه عبور موج شوک و موج صوت از میان گاز ۴۱
شکل (۲-۴) اولین مشاهده سالیتون توسط مهندس اسکاتلندی جان اسکات راسل ۴۳
شکل (۳-۱) نمودار سالیتون ۷۵
شکل (۳-۲) نمودار سالیتون ۷۵
شکل (۳-۳) نمودار سالیتون ۷۷
شکل (۳-۴) نمودار سالیتون ۷۷
شکل (۳-۵) نمودار سالیتون ۷۷
شکل (۳-۶) نمودار سالیتون ۷۸
شکل (۳-۷) نمودار سالیتون ۷۸
شکل (۳-۸) نمودار سالیتون ۷۹
شکل (۳-۹) نمودار سالیتون ۸۰
شکل (۳-۱۰) نمودار سالیتون ۸۰
شکل (۳-۱۱) نمودار سالیتون ۸۰
شکل (۳-۱۲) نمودار سالیتون ۸۱
شکل (۳-۱۳) نمودار سالیتون ۸۲
شکل (۳-۱۴) نمودار سالیتون ۸۲
شکل (۳-۱۵) نمودار سالیتون ۸۲
شکل (۳-۱۶) نمودار سالیتون ۸۳

مقدمه

پلاسما، گاز شبه خنثایی از الکترون‌ها، یون‌ها و ذرات خنثی می‌باشد که از دیدگاه ماکروسکوپی خنثی است و رفتار جمعی از خود نشان می‌دهد. ذرات باردار متحرک در پلاسما از طریق نیروهای الکترومغناطیسی باهم برهمکنش می‌کنند. اگر ذرات کوچک جامد یا به اصطلاح غبار به چنین سیستمی وارد شوند، پلاسمای غبارآلود تشکیل می‌شود. این نوع پلاسما در فضا، مگنتوسفرهای سیارات و در آزمایشگاه مشاهده شده است.ذرات غباری که وارد محیط پلاسما می‌شوند نه تنها ترکیب الکترون-یون را تغییر می‌دهند بلکه بر مدهای امواج نیز تأثیر می‌گذارند. نوسانات ذرات غبار موجب ایجاد مدهای فرکانس پائین در پلاسمای غبارآلود با جفت شدگی ضعیف(شبه گازی) می‌شود(اگر انرژی جنبشی ذرات بسیار بزرگ‌تر از پتانسیل برهمکنشی باشد، جفت شدگی ضعیف میان ذرات ایجاد می‌شود).

در این پایان‌نامه، امواج سالیتونی و امواج شوک در پلاسمای غبارآلود بررسی شده‌است. سالیتون‌ها امواجی هستند که در خلال انتشار و همچنین برخورد با سالیتون‌های دیگر شکل و سرعتشان بدون تغییر می‌ماند. این‌گونه امواج در محیط غیرخطی که خواص پاشندگی و غیرخطی بودن آن به تعادل رسیده باشد(هنگامی-که اثر اتلاف در مقایسه با جمله غیرخطی و پراکندگی قابل صرفه‌نظر کردن است) ایجاد می‌شود. امواج شوک، امواج آکوستیکی پرانرژی هستند. عبور امواج شوک از میان سیال، باعث افزایش آنی در فشار، دما، چگالی و کاهش مهمی در سرعت جریان می‌شود. وقتی اتلاف بزرگ باشد، اتلاف می‌تواند بر پاشندگی غلبه کند و با غیرخطی بودن به تعادل برسد و امواج شوک تشکیل شود.

در فصل اول به معرفی پلاسما، پلاسمای غبارآلود،امواج در پلاسمای غبارآلود و پلاسمای غبارآلود در آزمایشگاه، صنعت و فضا می‌پردازیم.

در فصل دوم در مورد تاریخچه‌ی سالیتون‌ها، تاریخچه‌ی امواج شوک، امواج شوک، معادلات سالیتونی آکوستیک-غباری و آکوستیک یون-غباری، معادلات شوک آکوستیک-غباری و آکوستیک یون-غباری، روابط پراکندگی امواج سالیتاری آکوستیک-غباری و آکوستیک یون-غباری در پلاسمای غیرمغناطیده بحث می‌کنیم.

در فصل سوم معادلات سالیتونی و معادلات شوک آکوستیک-غباری را با در نظر گرفتن نوسان بار غبار و روابط پراکندگی سالیتون‌ها را در پلاسمای مغناطیده و با در نظر گرفتن شرایط گرانشی به دست می آیند و سالیتون‌ها به ازای پارامترهای مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند.

فصل اول

پلاسما و پلاسمای غبارآلود

۱-۱پلاسما

۱-۱-۱تعریف پلاسما

در سال ۱۹۲۳ لانگموئیر[۱] و تنگس[۲] دو فیزیکدان آمریکایی برای توصیف رفتار گازی که توسط تخلیه‌ی الکتریکی در یک لوله ایجاد شده بود، از نام "پلاسما" استفاده کردند.

پلاسما گاز شبه خنثایی از الکترون‌ها، یون‌ها و ذرات خنثی است که رفتار جمعی از خود نشان می‌دهند. منظور از رفتار جمعی، حرکاتی است که نه تنها به شرایط موضعی، بلکه به حالت پلاسما در مناطق دور نیز بستگی دارند. پلاسما به علت رفتار جمعی که از خود نشان می‌دهد گرایش به متأثر شدن از عوامل خارجی ندارد و اغلب طوری عمل می‌کند که گویا دارای رفتار مخصوص خودش است. اصولاً پلاسما یک حالت ماده از درجه حرارت $^{0}\mathrm{C}$ ۱۰۰۰ به بالا می‌باشد، و این همان حالتی است که اکثر اجرام سماوی مانند خورشید از آن تشکیل شده‌اند و اصولاً این اجرام سماوی را که منبع حرارت هستند، توده‌های متراکم پلاسمایی نامیده‌اند. طبقه بالایی جو نیز از پلاسما تشکیل شده است، که آن را "یونسفر"[۳] می‌نامند.

۱-۱-۲ چگونگی به وجود آمدن پلاسما

۱- فرض کنید ظرفی آزمایشگاهی در دست است که نسبت به حرارت زیاد، مقاوم می‌باشد و هرگز در اثر حرارت ذوب نمی‌شود. در داخل این ظرف، گازی قرار دارد که حجم آن را اشغال کرده، این ظرف را حرارت می‌دهیم، در این موقع مولکول‌های گاز به سرعت تجزیه شده و به اتم‌های مجزا

۱- Langmuir
۲-Tonx
۳- Ionosphere

تبدیل می‌شود هر چه درجه حرارت بالاتر رود، سرعت حرکت اتم‌ها زیادتر می‌شود. سرعت حرکت اتم‌ها از رابطه‌ی ۱-۱ به‌دست می‌آید.

$$V = 1.3 \times 10^4 \sqrt{\frac{T}{A}} \qquad (۱-۱)$$

که T درجه حرارت، A وزن اتمی اتم‌ها می‌باشد. حال اگر درجه حرارت را مرتباً افزایش دهیم، ما بین درجات ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ حالت جدیدی در ماده‌ی گازی شکل پیدا می‌شود، در این شرایط در اثر برخورد یک اتم با یک ذره‌ی سریع و فعال، پیوند الکترون‌ها با اتم گسسته و الکترون‌ها آزاد می‌شوند و از اتم، هسته‌ای که دارای بار الکتریکی مثبت است باقی می‌ماند و این همان یون مثبت می‌باشد و هر چه درجه حرارت بالاتر رود، تعداد یون‌های مثبت و الکترون‌های آزاد نیز افزایش می‌یابد. در این حالت گفته می‌شود گاز یونیزه شده است، و درجه‌ی یونیزاسیون به درجه حرارت و چگالی گاز بستگی دارد.

در درجات حرارت بین ۲۰۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ نباید در گاز مورد نظر اتم خنثی وجود داشته باشد یعنی تقریباً همه‌ی این اتم‌ها یونیزه شده‌اند، ولی در این درجات باز هم یونیزاسیون ادامه دارد، زیرا در این شرایط هنوز یون‌های مثبت کاملاً پیوندهای الکترونی خود را از دست نداده‌اند و هر چه وزن اتمی ماده‌ی تحت آزمایش بیشتر باشد، ایجاد یونیزاسیون کامل نیاز به درجه حرارت بیشتری دارد. حتی بعضی از عناصر سنگین وجود دارند که در درجات حرارت تا چند میلیون نیز مقاوم بوده، و از آن به بعد یونیزه می‌گردند.

اگر پلاسمایی کم یونیزه شده باشد، چگالی ذرات باردار یعنی الکترون‌ها و یون‌ها، بسیار کمتر از چگالی اتم‌های خنثی می‌باشد، به این حالت پلاسمای یونیزاسیون ضعیف گویند[۱]. و علت این است که در این نوع پلاسما انرژی متوسط الکترون‌ها و یون‌ها کمتر از پتانسیل یونیزاسیون برای ذرات گاز می‌باشد.

۱- Weakly Ionized Plasma

در پلاسمای داغ، انرژی متوسط الکترون‌ها و یون‌ها خیلی بیشتر از پتانسیل یونیزاسیون ذرات گاز است و اصولاً در پلاسمای داغ، ذرات اتمی خنثی وجود نداشته، بلکه فقط الکترون‌ها و یون‌ها یافت می‌شوند. یک نمونه از پلاسمای داغ، پلاسمای به دست آمده در فرایندهای گرما هسته‌ای است.

۲-روش تخلیه‌ی الکتریکی: پلاسمایی که از طریق تخلیه‌ی الکتریکی به دست می‌آید، در حالت تعادل حرارتی نمی‌باشد. این تعادل حرارتی پلاسما هم به علت اختلاف درجات حرارت‌های اجزای تشکیل دهنده‌ی پلاسما یعنی الکترون‌ها، یون‌های مثبت و اتم‌های خنثی می‌باشد، و هم به این علت است که انرژی تخلیه شده در پلاسما، توسط جریان الکتریکی، پلاسما را از داخل گرم نموده ولی در اثر برخورد با دیواره‌ی ظرف، پلاسما سرد شده وانرژی خود را از دست می‌دهد.

برخلاف آنچه که در مخلوط گازی معمولی اتفاق می‌افتد، که در آن تمام ذرات، مستقل از طبیعتشان دارای انرژی جنبشی متوسط یکسانند، در پلاسمای به دست آمده از تخلیه الکتریکی، انرژی متوسط الکترون‌ها، یون‌ها و اتم‌های خنثای متفاوت می‌باشد. بدین ترتیب که انرژی الکترون‌ها بسیار بیشتر از انرژی یون‌ها، وانرژی یون‌ها بیشتر از انرژی اتم‌ها و مولکول‌های خنثی می‌باشد و می-توان گفت که پلاسما مخلوطی از اجزا با درجه حرارت مختلف است.

به علت وجود یک اختلاف انرژی جنبشی بین الکترون‌ها، یون‌ها و ذرات خنثی، این ذرات در درجه حرارت‌های مختلفی به ترتیب زیر قرار دارند:

$$T_e \gg T_i > T_o$$

که T_e درجه حرارت الکترونی، T_i درجه حرارت یونی و T_o درجه حرارت اتمی می‌باشد. فاصله‌ی بزرگ بین T_e و T_i، که در اکثر انواع تخلیه‌های الکتریکی مشاهده می‌شود، به علت اختلاف زیاد بین جرم‌های الکترون و یون می‌باشد. انرژی الکتریکی منابع خارجی که تخلیه الکتریکی را ایجاد می‌کنند، مستقیماً به الکترون‌ها داده می‌شود. یون‌ها در برخورد با الکترون‌ها که با سرعت زیاد جابه‌جا می‌شوند، انرژی به دست می‌آورند. به علت اختلاف زیاد جرم، الکترون و یون در هر برخورد، الکترون کسری از انرژی خود را به یون منتقل می‌کند.

در پلاسما بارهای الکتریکی با حرکت خود می‌توانند توده‌ی متمرکزی از ابرهای مثبت یا منفی را به طور موضعی بوجود آورند و بدین ترتیب سبب پیدایش میدان‌های الکتریکی می‌شوند. با حرکت بارها، جریان الکتریکی و در نتیجه میدان مغناطیسی هم تولید می‌شود. این میدان‌ها بر حرکت سایر ذرات باردار که دورتر واقع شده‌اند(نیروی بلندبرد)، اثر می‌گذارند.

نیروی کولنی با برد بلند به پلاسما امکان مجموعه‌ی وسیعی از حرکات را می‌دهد. بعضی از نتایج در عمل به پلاسمای به اصطلاح بدون برخورد مربوط می‌شوند. در این قبیل پلاسماها نیروهای الکترومغناطیسی از برخوردهای عادی بسیار بزرگتر هستند، به طوری‌که می‌توان از این برخوردها چشم‌پوشی کرد.

۱-۱-۳ معیارهای پلاسما

اگر w فرکانس نوسانات پلاسما و τ زمان متوسط بین برخوردهای انجام شده با اتم‌های خنثی باشد، سه شرطی که یک گازیونیزه باید داشته باشد که پلاسما خوانده شود به قرار زیر است:

i) $\lambda_D \ll l$ برای حفظ شبه خنثی بودن(l اندازه‌ی بعد دستگاه و λ_D طول دبای می‌باشد)

ii) $N_D \gg 1$ (N_D تعداد ذرات درون کره دبای است) برای این‌که حفاظ دبای از لحاظ آماری مفهوم داشته باشد و رفتار جمعی پلاسما حفظ شود.

iii) $w\tau > 1$، برای مشاهده نوسانات نوعی پلاسما در مقایسه با فرکانس برخورد با ذرات خنثی

حال اگر مسیر آزاد میانگین L_D برای هر دو برخورد بسیار بزرگتر از طول مورد مشاهده باشد یک پلاسمای بدون برخورد خواهیم داشت[۱].