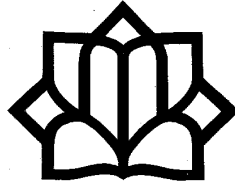


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه کاشان

دانشکده فیزیک

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته فیزیک

عنوان:

پراکندگی امواج الکترومغناطیسی از یک آنتن پلاسمایی چند

لایه متشکل از یک میله عایق و دو لایه پلاسمای متفاوت

استاد راهنما:

دکتر بهرام جزی

به وسیله:

مرجان بروجردی علوی

بهمن 1391

تقدیم می شود به:

- روح بلند مادر بزرگ عزیزم که سختی‌های کودکی مرا به جان خرید و با رفتنش، آرزوی جبران زحماتش را به دریغای بزرگ زندگی‌ام تبدیل کرد.
- پدر و مادر عزیزم که لطف و حمایت‌های همیشگی‌شان مثل خورشید، پر سخاوت و بی‌دریغ، روشن‌گر راه زندگی من بوده‌است.
- همسر مهربان و صبورم که هم، همراه و یاور هست و هم بهانه و انگیزه برای ادامه راه و ساختن یک زندگی بر پایه ایمان و دانایی.
- از خداوند می‌طلبم که به من فرصت دهد تا اندکی از محبت همه کسانی را که دوستم دارند و دوستشان دارم، جبران کنم.

تشر و قدردانی:

به مناسبت پایان گرفتن این رساله فرصت را مغتنم می‌شمارم تا از استاد راهنمایم جناب آقای دکتر بهرام جزی به خاطر راهنمایی‌های دلسوزانه، مدبرانه و عالمانه‌ی ایشان تشکر و سپاسگزاری کنم. همچنین از جناب آقای دکتر محمد ترکیهای اصفهانی و جناب آقای دکتر عباس عبدلی آرانی، داوران ارجمند که با وسواس و دقت علمی خود بر غنای علمی این رساله افزودند؛ کمال تشکر را دارم.

از حضور جناب آقای دکتر محمدرضا مزدیان‌فرد به‌عنوان ناظر محترم تحصیلات تکمیلی در جلسه دفاع قدردانی می‌کنم.

چکیده

در این پایان‌نامه، با معرفی ساختارهای تولید امواج الکترومغناطیسی (آنتن‌ها) بررسی انواع آن‌ها همچون آنتن‌های پلاسمایی مروری بر فرمالیسم ریاضی حاکم بر الکترودینامیک محیط‌های پلازما خواهیم داشت و پیرو آن آنالیز ریاضی حاکم بر فرآیندهای پراکندگی از سیستم‌های پلاسمایی با تقارن استوانه‌ای مورد تجزیه-تحلیل قرار خواهد گرفت. در ادامه با طرح یک مثال نمونه از پراکندگی امواج الکترومغناطیس از یک آنتن پلاسمایی با روکش دی‌الکتریک، کاربرد روابط ارائه شده در فصول مقدماتی این پایان‌نامه ارائه خواهد شد.

قسمت عمده‌ی این تحقیق، شبیه‌سازی الگوی پراکندگی از یک آنتن پلاسمایی متشکل از دو لایه پلاسمای مختلف و یک دی‌الکتریک در محور آن است. ابتدا هر دو لایه‌ی پلازما، سرد و غیربرخوردی در نظر گرفته شده و اثرات ضخامت لایه‌های پلازما، ضخامت لایه‌ی دی‌الکتریک، ثابت دی‌الکتریک و فرکانس موج فرودی و همچنین اثر غلظت لایه‌های پلازما که طی آن موج از ناحیه‌ی رقیق به غلیظ و یا برعکس آن وارد شود، در الگوی پراکندگی بررسی می‌شود. سپس به پیکربندی مذکور میدان مغناطیسی اضافه خواهد شد و بدین ترتیب لایه‌های پلاسمایی مغناطیده تشکیل و علاوه بر بررسی عواملی که برای حالت قبل بیان شد تأثیر فرکانس سیکلوترونی نیز ملاحظه می‌گردد.

در تمام بررسی‌های انجام شده موج فرودی، در مد B در نظر گرفته شده است.

کلمات کلیدی: پلاسمای چندلایه، میله‌ی عایق، پراکندگی، پلاسمای سرد، پلاسمای

مغناطیده

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول: کلیات تحقیق
2	1-1 مقدمه
4	2-1 تعریف پلاسما
5	3-1 تاریخچه پلاسما
8	4-1 پارامترهای پلاسما
8	1-4-1 حفاظ دبای
9	2-4-1 طول موج دبای
9	3-4-1 پارامتر پلاسما
10	4-4-1 فرکانس پلاسما
11	5-4-1 فرکانس سیکلوترونی
12	5-1 اصطلاحات رایج
12	1-5-1 پلاسمای سرد و گرم
12	2-5-1 پلاسمای مغناطیسه و غیرمغناطیسه
12	3-5-1 پلاسمای برخوردی و غیربرخوردی
13	4-5-1 فرکانس قطع و فرکانس تشدید
13	6-1 تعریف آنتن
14	1-6-1 پلاریزاسیون آنتن
15	7-1 آنتن پلاسمایی
17	1-7-1 مزایای آنتن های پلاسمایی

18	2-7-1 اهمیت استفاده از آنتن‌های پلاسمایی
18	3-7-1 محدودیت‌های آنتن‌های پلاسمایی
19	8-1 رادار
19	1-8-1 مکانیسم عمل رادار
20	2-8-1 امواج کاربردی در رادارها
21	9-1 مبانی پراکندگی
22	1-9-1 تعیین نوع قطبش
22	10-1 سطح مقطع راداری
23	11-1 رزوناتور فابری- پرو
24	فصل دوم: معادلات الکتروینامیکی حاکم بر ساختارهای پلاسمایی
25	1-2 محاسبه تانسور گذردهی الکتریکی
28	1-1-2 انتشار امواج در سیستم استوانه‌ای
29	2-1-2 تانسور ضریب گذردهی الکتریکی پلاسماها
32	2-2 سطح مقطع پراکندگی در سه بعد
33	3-2 سطح مقطع پراکندگی در دو بعد
34	4-2 پراکندگی امواج از ستون پلاسمای سرد غیرمغناطیسه
36	5-2 تحلیل خواص پراکندگی از یک استوانه‌ی پلاسمایی نامحدود
37	1-5-2 فرمول بندی آنتن‌های پلاسمایی
44	6-2 آنتن پلاسمایی مغناطیسه با توزیع یکنواخت و غیریکنواخت پلاسما

فصل سوم: پراکندگی از یک میله‌ی دی‌الکتریک با دو لایه پلاسمای سرد

47..... غیرمغناطیده و غیربرخوردی

1-3 پراکندگی امواج الکترومغناطیسی از استوانه‌ای شامل دی‌الکتریک در وسط و دو

48 لایه‌ی متفاوت پلاسمای سرد و غیربرخوردی و غیرمغناطیده

50 2-1-3 محاسبه‌ی معادلات میدانی

52 3-1-3 شرایط مرزی

55 2-3 تفسیر نمودارهای سطح مقطع پراکندگی

63 3-3 تفسیر الگوهای پراکندگی

فصل چهارم: پراکندگی از یک میله‌ی دی‌الکتریک با دو لایه پلاسمای سرد

84..... مغناطیده و غیربرخوردی

1-4 پراکندگی امواج الکترومغناطیسی از استوانه‌ای شامل دی‌الکتریک در وسط و دو

85 لایه‌ی متفاوت پلاسمای سرد و غیربرخوردی و مغناطیده

86 1-1-4 محاسبه‌ی معادلات میدانی

88 2-1-4 شرایط مرزی

90 2-4 تفسیر نمودارهای سطح مقطع پراکندگی

99 1-2-4 نمونه‌ای از منحنی‌های چگالی سطحی

103 3-4 تفسیر الگوهای پراکندگی

115 مرور و نتیجه‌گیری

117 منابع و مأخذ:

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل (1-1) حفاظ دبای	8
شکل (2-1) نمونه‌ای از آنتن پلاسمایی 60 سانتی‌متری	15
شکل (3-1) اساس سیستم رادار	20
شکل 1-2 پیکربندی مسئله	37
شکل 2-2 اثر چگالی الکترون بر سطح مقطع پراکندگی برگشتی	41
شکل 3-2 اثر فرکانس برخورد بر سطح مقطع پراکندگی برگشتی	42
شکل 4-2 اثر ضخامت لوله‌ی شیشه‌ای بر سطح مقطع پراکندگی برگشتی	43
شکل 5-2 اثر ثابت دی‌الکتریک لوله‌ی شیشه‌ای بر سطح مقطع پراکندگی برگشتی ..	43
شکل 6-2 پیکربندی آنتن پلاسمایی استوانه‌ای	44
شکل 7-2: (الف) قسمت حقیقی مقاومت برای آنتن پلاسمایی با توزیع یکنواخت، (ب) قسمت موهومی مقاومت برای آنتن پلاسمایی با توزیع یکنواخت	45
شکل 8-2: (ج) قسمت حقیقی مقاومت برای آنتن پلاسمایی با توزیع غیریکنواخت، (د) قسمت موهومی مقاومت برای آنتن پلاسمایی با توزیع غیریکنواخت	45
شکل 9-2: (الف) تشعشع آنتن پلاسمایی با توزیع غیریکنواخت (ب) تشعشع آنتن پلاسمایی با توزیع یکنواخت	46
شکل 3-1 پیکربندی مسأله	49
شکل 3-2: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو ثابت دی‌الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ	57

- شکل 3-3: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 57
- شکل 3-4: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو شعاع دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 58
- شکل 3-5: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو شعاع دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 59
- شکل 3-6: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط غلیظ در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 59
- شکل 3-7: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط رقیق در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 60
- شکل 3-8: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط رقیق در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 61
- شکل 3-9: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط غلیظ در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 61
- شکل 3-10 (الف و ب): الگوی پراکندگی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 64
- شکل 3-11 (الف و ب): الگوی پراکندگی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 65
- شکل 3-12 (الف و ب): الگوی پراکندگی برای دو شعاع دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 67
- شکل 3-13 (الف و ب): الگوی پراکندگی برای دو شعاع مختلف دی الکتریک در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 69

- شکل 3-14 (الف و ب): الگوی پراکندگی در دو شعاع متفاوت برای محیط غلیظ، هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد 71
- شکل 3-15 (الف و ب): الگوی پراکندگی در دو شعاع متفاوت برای محیط رقیق، هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد 73
- شکل 3-16 (الف و ب): الگوی پراکندگی دو شعاع متفاوت برای محیط رقیق هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد 75
- شکل 3-17 (الف و ب): الگوی پراکندگی در دو شعاع متفاوت برای محیط غلیظ هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد 77
- شکل 3-18 (الف و ب): الگوی پراکندگی در فرکانس‌های مختلف هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد 79
- شکل 3-19 (الف و ب): الگوی پراکندگی در فرکانس‌های مختلف هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد 81
- شکل 4-1: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 89
- شکل 4-2: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 90
- شکل 4-3: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو شعاع دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 91
- شکل 4-4: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی برای دو شعاع دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 92
- شکل 4-5: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط غلیظ در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 93

- شکل 4-6: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط رقیق در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 93
- شکل 4-7: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط رقیق در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 94
- شکل 4-8: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو ضخامت متفاوت محیط غلیظ در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 95
- شکل 4-9: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو فرکانس سیکلوترونی متفاوت در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 96
- شکل 4-10: نمودار سطح مقطع پراکندگی برگشتی در دو فرکانس سیکلوترونی متفاوت در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 97
- شکل 4-11: مجموعه شکل‌های (الف) و (ب) و (ج) منحنی‌های چگالی سطحی مطابق با تغییرات شکل (4-2) 99
- شکل 4-12: مجموعه شکل‌های (الف) و (ب) و (ج) منحنی‌های چگالی سطحی مطابق با تغییرات شکل (4-4) 101
- شکل 4-13: الگوی پراکندگی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 102
- شکل 4-14: الگوی پراکندگی برای دو ثابت دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 103
- شکل 4-15: الگوی پراکندگی برای دو شعاع دی الکتریک مختلف در عبور موج از محیط رقیق به غلیظ 104
- شکل 4-16: الگوی پراکندگی برای دو شعاع مختلف دی الکتریک در عبور موج از محیط غلیظ به رقیق 105

- شکل 4- 17: الگوی پراکندگی در دو شعاع متفاوت برای محیط غلیظ، هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد..... 106
- شکل 4- 18: الگوی پراکندگی در دو شعاع متفاوت برای محیط رقیق، هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد..... 107
- شکل 4- 19: الگوی پراکندگی دو شعاع متفاوت برای محیط رقیق هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد 108
- شکل 4- 20: الگوی پراکندگی در دو شعاع متفاوت برای محیط غلیظ هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد 109
- شکل 4- 21: الگوی پراکندگی برای دو فرکانس سیکلوترونی متفاوت هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد 110
- شکل 4- 22: الگوی پراکندگی برای دو فرکانس سیکلوترونی متفاوت هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد 111
- شکل 4- 23: الگوی پراکندگی در فرکانس‌های مختلف هنگامی که موج از محیط رقیق به غلیظ وارد می‌گردد 112
- شکل 4- 24: الگوی پراکندگی در فرکانس‌های مختلف هنگامی که موج از محیط غلیظ به رقیق وارد می‌گردد..... 113

فصل اول:

کلیات تحقیق

1-1 مقدمه

نیاز روزافزون به شبکه‌های ارتباطی پرسرعت با قابلیت انتقال داده، کشفیات جدیدی را در این زمینه موجب شده که یکی از آن‌ها آنتن‌های پلاسمایی است و انتظار می‌رود نقش عمده‌ای در سرعت مطلوب و کنترل ظرفیت شبکه‌های ارتباطی بازی کند.

ارتباطات بی سیم سرعت بالا و فرکانس بالا با کابل‌های آنتن‌های پلاسمایی، می‌تواند آینده‌ی بسیار خوبی داشته باشد. این آنتن‌ها قادر به انتقال امواج متمرکز رادیویی هستند و به سرعت استفاده از آن‌ها جایگزین آنتن‌های معمولی خواهد شد.

انتقال و دریافت امواج الکترومغناطیسی، جزء جدایی‌ناپذیر تمدن امروزی بوده و آنتن، دستگاهی ضروری برای این فرآیند است. آنتن مبدلی است که امواج الکترومغناطیسی را انتقال می‌دهد یا دریافت می‌کند. به عبارت دیگر آنتن‌ها تشعشعات الکترومغناطیسی را به جریان الکتریکی تبدیل می‌کنند و برعکس. آنتن‌ها در سیستم‌هایی همچون رادیو، تلویزیون، ارتباطات نقطه به نقطه‌ی رادیویی، شبکه‌های بی‌سیم، تلفن همراه، رادار و ارتباط فضاپیماها کاربرد دارند. آنتن‌ها معمولاً در هوا به کار گرفته می‌شوند اما می‌توانند در زیر آب یا حتی در خاک و صخره در فرکانس‌های خاص و برای فواصل کوتاه عمل کنند [۱].

آگاهی از الگوهای پراکندگی یک نوع آنتن پلاسمایی اطلاعات مناسبی از ابعاد، ساختار و وضعیت آن در فضا ارائه می‌دهد که این اطلاعات در کاربردهای استراتژیک نقش مهمی را ایفا می‌کند.

پراکندگی امواج رادار از اجسام گوناگون پراکننده، موضوعی است استراتژیک که از بدو اختراع رادار مورد توجه بوده است. برای آنتن‌های امواج الکترومغناطیسی پیکربندی‌های مختلفی وجود دارند که بسته به کاربرد آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله‌ی این پیکربندی‌ها می‌توان به آنتن‌های پلاسمایی اشاره نمود. این آنتن‌ها به دلایل مختلف از جمله قابلیت استتار بالا در زمان خاموشی، مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته اند و بررسی الگوهای پراکندگی امواج از این نوع آنتن‌ها موضوع جدیدی است که محققان در دهه‌های اخیر به آن پرداخته‌اند. پیکربندی‌ای که در این پایان‌نامه به آن می‌پردازیم برگرفته از نمونه‌ای است که اخیراً با حضور متامتریال‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

به‌تازگی مطالعه روی پراکندگی امواج الکترومغناطیسی اهداف پلاسمایی به علت اهمیت آن در حوزه‌های کاربردی بسیاری همچون تشخیص میکروویو از پلاسماهای آزمایشگاهی، توجه زیادی را به خود جلب کرده است [۲].

2-1 تعریف پلاسما

سیستم‌های دارای ساختار منظم انرژی چسبندگی بیشتری نسبت به انرژی حرارتی پیرامونی دارند. اگر این سازه‌ها در محیطی با حرارت کافی قرار گیرند؛ تجزیه می‌شوند. یعنی کریستال‌ها ذوب شده و نظم مولکولی به هم می‌ریزد. در دمای نزدیک یا بالاتر از انرژی یونیزاسیون اتمی، اتم‌ها نیز به الکترون‌های با بار منفی و یون‌های با بار مثبت تجزیه می‌شوند. این ذرات باردار به هیچ وجه آزاد نبوده و درحقیقت به شدت تحت تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی یکدیگر قرار می‌گیرند. با این حال چون بارها به یکدیگر چسبیده نیستند، ترکیب و مونتاژ آن‌ها قادر به حرکات مشترک با پیچیدگی و قدرت بالا خواهند بود. چنین ترکیبی پلاسما نامیده می‌شود.

تعریف ساده‌تر این است که پلاسما گاز شبه خنثایی از ذرات باردار و خنثی می‌باشد که رفتار جمعی از خود ارائه می‌دهد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که واژه‌ی پلاسما به گاز یونیزه شده‌ای اطلاق می‌شود که همه یا بخش قابل توجهی از اتم‌های آن یک یا چند الکترون از دست داده و به یون‌های مثبت تبدیل شده باشند. یا به گاز به شدت یونیزه شده‌ای که تعداد الکترون‌های آزاد آن تقریباً برابر با تعداد یون‌های مثبت آن است؛ پلاسما گفته می‌شود [3].

چون تجزیه و حرارت، قبل از یونیزه شدن، چسبندگی و اتحاد بین اتمی را می‌شکنند، بیشتر پلاسماهای زمینی با حالت گاز شروع می‌شوند. در حقیقت اغلب اوقات پلاسما به عنوان گازی تلقی می‌شود که به اندازه‌ای یونیزه شده که عملکرد پلاسما مانند از خود بروز می‌دهد. توجه داشته باشید که عملکرد پلاسما مانند از بخش نسبتاً کمی از گازی که یونیزه شده رخ می‌دهد. بنابراین گازهایی که تا اندازه‌ای یونیزه شده‌اند دارای ویژگی‌هایی هستند که بیشتر شبیه به نشانه‌های خارق‌العاده‌ای هستند؛ که مخصوص گازهای کاملاً یونیزه شده است.

پلاسماهایی که از یونیزه شدن گازهای خنثی ناشی می‌شوند عمدتاً حاوی تعداد مساوی ناقل‌های مثبت و منفی هستند؛ چنین پلاسماهایی شبه‌خنثی نامیده می‌شوند. به عبارت دیگر پلاسماهای شبه خنثی به اندازه‌ای خنثی است که می‌توان فرض کرد $n_i \approx n_e \approx n$ که چگالی مشترک است و چگالی پلاسما نامیده می‌شود، ولی آنقدر خنثی نیست که همه‌ی نیروهای

الکترومغناطیسی مورد توجه صفر باشند. پلاسماهای غیر خنثای قوی که ممکن است بارهای فقط از یک نوع را داشته باشند، اصولاً در آزمایشات لبراتوراری مشاهده می‌شود و توازن آن‌ها به وجود میدان‌های مغناطیسی شدیدی که حول آن مایع باردار می‌چرخد بستگی دارد [4].

پلاسما در برخی موارد شبیه سیالات و گاهی شبیه مجموعه‌ای از ذرات منفرد رفتار می‌کند.

1-3 تاریخچه پلاسما

پلاسما از لغت یونانی $\pi\lambda\acute{\alpha}\sigma\mu\alpha, -\alpha\tau\omicron\varsigma, \tau\acute{o}$ آمده است که هر چیز به قالب ریخته شده یا ساخته شده را گویند.

اگر گلبول‌های مختلف خون از آن جدا شوند، آنچه باقی می‌ماند مایع شفاف است که اولین بار به وسیله دانشمند چک، جوناس پارکیج¹ (1869-1787) پلاسما نامیده شد. پس از آن در سال 1927 شیمیدان آمریکایی و برنده‌ی جایزه‌ی نوبل، ایروینگ لانگمور² از این اصطلاح برای تشریح یک گاز یونیزه شده استفاده نمود. لانگمور از نحوه‌ی جابجایی یون‌ها و الکترون‌ها توسط جریان الکتروسیسته به چگونگی انتقال گلبول‌های سفید و قرمز توسط پلاسما پی‌برد.

لانگمور با همکاری هم‌دانشگاهی خود لویی تانگ بر روی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی حباب‌های الکتریکی دارای المان تنگستن به منظور یافتن راهی برای افزایش عمر مفید تنگستن مطالعه کرد. در طی این بررسی‌ها وی فرضیه غلاف پلاسما یعنی لایه‌های مرزی که بین پلاسماهای یونیزه شده و سطوح جامد تشکیل می‌شوند را ارائه نمود.

همچنین او مناطق خاصی از پلاسما لامپ تخلیه را کشف کرد که تغییرات متناوبی از چگالی الکترون را نشان می‌داد و امروزه امواج لانگمور نامیده می‌شوند؛ این سرآغاز فیزیک پلاسما بود.

¹ Jonas Parky

² Ayrvbng Langmuir

امروزه تحقیقات لانگمور به صورت اصول نظری در بسیاری از فرآیندهای فنی برای ساختن مدارهای مجتمع مورد توجه قرار داده می‌شود. پس از لانگمور تحقیقات پلاسما به تدریج در بخش‌های دیگر نیز گسترش یافت که از این میان پنج بخش اهمیت خاصی دارند.

1. توسعه و پیشرفت بخش امواج رادیویی منجر به کشف یوسفر (که از صد و پنجاه کیلومتری سطح زمین شروع و به طرف بالا ادامه می‌یابد) زمین شد که لایه‌ای است دارای گازهای تقریباً یونیزه شده در اتمسفر بالایی با قابلیت انعکاس امواج رادیویی و مؤید این حقیقت که اگر فرستنده بالاتر از افق قرارگیرد می‌تواند امواج رادیویی را منعکس نماید. متأسفانه بعضی مواقع یوسفر امواج رادیویی را جذب و منحرف می‌نماید. مثلاً میدان مغناطیسی زمین باعث می‌شود امواج با ویژگی‌های مغناطیسی و پلاریزه‌ی متفاوت با سرعت‌های مختلف انتشار یابند.

2. دانشمندان فیزیک نجومی خیلی سریع دریافتند که بخش اعظم جهان از پلاسما تشکیل شده و اینکه درک و شناخت بهتر فیزیک نجومی شناخت و درک بهتر فیزیک پلاسما را می‌طلبد. یکی از پیشگامان این حوزه هانس آلفن بود که حدود سال 1940 فرضیه‌ی هیدرودینامیک مغناطیسی یا MHD را ارائه نمود و در آن با پلاسما به عنوان یک مایع هادی رفتار می‌شود. از این فرضیه به شکلی گسترده و موفقیت‌آمیز برای بررسی لکه‌های خورشیدی، زبانه‌های خورشیدی، بادهای خورشیدی، تشکیل ستارگان و مجموعه‌ای از دیگر موضوعات در فیزیک نجومی و کیهان‌شناسی استفاده شده است.

3. تولید بمب اتمی در 1952 توجه همگان را تا اندازه زیادی به گداخت حرارتی هسته‌ای کنترل شده به عنوان منبع قدرت ممکن برای آینده جلب نمود. ابتدا این تحقیق به صورت مخفیانه و مستقل توسط آمریکا، روسیه و انگلستان صورت گرفت. با این حال در 1958 این تحقیقات علنی شده و منجر به انتشار مقالات بسیار مهم و تأثیرگذار در اواخر دهه 1950 و اوایل دهه 1960 شد. اگر بخواهیم دقیق‌تر صحبت کنیم در این سال‌ها فیزیک پلاسمای نظری در ابتدا به عنوان یک روش کاملاً مبتنی بر ریاضی ارائه می‌شد. عجیب نیست که فیزیکدان‌های گداخت یا هم‌جوشی هسته‌ای بیشتر به دنبال درک چگونگی محبوس کردن پلاسمای گرما

هسته‌ای در متداول‌ترین حالت به وسیله‌ی میدان مغناطیسی هستند و تحقیق در مورد ناپایداری‌هایی که امکان فرار به آن می‌دهد.

4. در 1958 وان آلن¹، کمرندهای تشعشی وان آلن که زمین را در برگرفته‌اند کشف کرد. با استفاده از اطلاعات ارسالی توسط ماهواره اکسپلورر آمریکا کاوش منظم مگنتوسفر از طریق ماهواره شروع شد و حوزه‌ی فیزیک پلاسمای فضا گشوده شد. دانشمندان فضا نظریه‌ی پلاسمای محبوس شده به وسیله میدان مغناطیسی را از تحقیقات همجوشی و نظریه‌ی امواج پلاسمای یونسفر و مفهوم اتصال مجدد را به عنوان ساز و کاری برای آزاد کردن انرژی و شتاب دادن به ذرات از اختر فیزیک قرض گرفتند.

5. با پیشرفت لیزرهای پر قدرت در دهه‌ی 1960 حوزه‌ی فیزیک پلاسمای لیزری گشوده شد. وقتی یک شعاع لیزر قدرتمند به یک هدف جامد برخورد می‌کند ذرات بلافاصله کنده می‌شوند و اشکالی از پلاسمای در مرز بین پرتو لیزر و هدف ایجاد می‌شود. وقتی یک طیف لیزری با قدرت بالا با هدفی جامد برخورد نماید مواد سریعاً ذوب شده و در ناحیه (مرز) بین طیف و هدف، پلاسمای تشکیل می‌شود. پلاسمای لیزری ویژگی‌های تقریباً خاصی (مانند تراکم‌های خاص جامدات) داشته که در بیشتر پلاسماهای معمولی یافت نمی‌شوند. یکی از کاربردهای اصلی پلاسمای لیزری در روشی است که انرژی گداختی به کار رفته و تحت عنوان گداخت حبسی داخلی شناخته می‌شود. در این روش از طیف‌های لیزری کاملاً تمرکز یافته برای انفجار داخلی یک هدف کوچک استفاده می‌شود تا زمانی که تراکم و دمای خاص گداخت هسته‌ای (یعنی مرکز و هسته بمب هیدروژنی) بدست آید. کاربرد جالب دیگر فیزیک پلاسمای هسته‌ای استفاده از میدان‌های الکتریکی بسیار قوی برای شتاب ذرات است و زمانی تولید می‌شوند که موج لیزر با شدت بالا از پلاسمای عبور نماید. فیزیکدانان انرژی بالا امیدوارند بتوانند از روش‌های شتاب پلاسمای برای کاهش چشمگیر ابعاد و هزینه شتاب دهنده‌های ذرات استفاده نمایند [4].

¹ Van allen