

سنة الفجر

١٤٩٣٩٣



دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد فیزیک

گرایش اتمی مولکولی

عنوان:

تخریب گاز هگزافلوراید گوگرد با استفاده از تکنولوژی پلاسما

دانشجو:

زهرا احمدی

استاد راهنما:

دکتر بابک شکری

تاریخ دفاع:

شهریور ۱۳۸۹



IRANDOC

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

۱۴۹۳۶۳

۱۳۸۹ / ۱۰ / ۲

« صورتجلسه دفاع پایان نامه دانشجویان دوره کارشناسی ارشد »

تهران ۱۳۹۳/۰۶/۱۳

تلفن: ۲۹۹۰۱

بازگشت به مجوز دفاع شماره ۲۰۶۴/۲۰۰/۵ مورخ ۸۹/۵/۲۰ جلسه هیأت داوران ارزیابی پایان نامه خانم زهرا احمدی به شماره شناسنامه ۳ صادره از بندرگز متولد ۱۳۶۳ دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته فیزیک - اتمی مولکولی با عنوان:

تخریب گاز هگزافلوراید گوگرد با استفاده از تکنولوژی پلاسما

به راهنمایی:

آقای دکتر بابک شکری

طبق دعوت قبلی در تاریخ ۱۶/۶/۸۹ تشکیل گردید و براساس رأی هیأت داور و با عنایت به ماده ۲۰ آئین نامه کارشناسی ارشد مورخ ۷۵/۱۰/۲۵ پایان نامه مزبور با نمره ۱۸٫۷۵ درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

۱- استاد راهنما: آقای دکتر بابک شکری

۲- استاد داور: آقای دکتر علیرضا نیکنام

۳- استاد داور و نماینده تحصیلات تکمیلی: آقای دکتر علیرضا قاسم پور

۴- معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: آقای دکتر خسرو جدیدی

تقدیم به مهر جاودانه و نامیرا و معنا بخش لحظه ها مادرم؛

پیشکش کوه پایداری و روشنای توکل و امیدواری پدرم؛

تقدیم به خلاصه ی خوبی ها و نجات خواهرم؛

تقدیم به برادران فریاد سخته ام؛

و

"حاصل این مشق شب و روز من اپیشکش پرورش آموز من"

تقدیر و سپاس

با سپاس و قدردانی از حمایت‌ها و پشتیبانی‌های بی‌دریغ استاد راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر بابک شکری که افتخار شاگردی ایشان را داشته‌ام .

تشکر فراوان از جناب آقای دکتر قاسمپور، به خاطر راهنمایی‌های ارزشمند ایشان و همچنین مساعدت ایشان جهت حضور اینجانب در پژوهشکده گیاهان دارویی برای انجام آنالیزهای FT-IR و GC-MS.

همچنین ضمن آرزوی موفقیت برای همکاران محترم آزمایشگاه که در سراسر راه همراه و مشوق بنده بوده‌اند از جناب آقایان سید ایمان حسینی، مهدی شریعت، سعید کوشکی و محمدرضا خانی و خانم مرضیه عباسی کمال تشکر را دارم.

در آخر دست تک تک افراد خانواده‌ی فرهیخته و دلسوزم که در تمام مراحل زندگی همراه و هم‌پیمان بنده بوده‌اند را بوسیده و خدای منان را به خاطر داشتن چنین عزیزانی شاکرم و برایشان آرزوی سلامتی و بهروزی روزافزون دارم.

حافظ از مشرب قسمت گله بی‌انصافی ست طبع چون آب و غزل‌های روان ما را بس

فهرست مطالب

۲	فصل ۱: مقدمه.....
۳	۱-۱- کشف اثر گلخانه‌ای.....
۴	۲-۱- اثر گلخانه‌ای.....
۶	۳-۱- اثرات منفی ناشی از اثر گلخانه‌ای افزوده.....
۶	۴-۱- گازهای گلخانه‌ای.....
۸	۵-۱- گاز هگزا فلورواید گوگرد.....
۹	۶-۱- موارد کاربرد و منابع تولید گاز هگزا فلورواید گوگرد.....
۹	۱-۶-۱- صنعت نیمه رساناها.....
۱۰	۲-۶-۱- تجهیزات الکترونیکی.....
۱۰	۳-۶-۱- صنایع ساخت شیشه‌های عایق صوتی.....
۱۰	۴-۶-۱- ریخته‌گری.....
۱۱	۵-۶-۱- نشت‌یابی.....
۱۱	۶-۶-۱- پزشکی.....
۱۱	۷-۱- راهکارهای جهانی جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای.....
۱۲	۸-۱- نقش صنعت نیمه‌رسانا.....
۱۲	۱-۸-۱- جایگزین کردن این گازها با مواد شیمیایی دیگر.....
۱۳	۲-۸-۱- بازسازی / بازیافت.....
۱۳	۳-۸-۱- از بین بردن گازهای گلخانه‌ای.....
۱۳	۱-۳-۸-۱- روش احتراق.....
۱۴	۲-۳-۸-۱- روش حرارتی / شیمیایی.....
۱۴	۳-۳-۸-۱- تکنولوژی پلاسما.....
۱۴	۹-۱- تاریخچه‌ی استفاده از پلاسما در تخریب گازهای گلخانه‌ای.....
۱۷	فصل ۲: روشهای مختلف پلاسمایی جهت تخریب گازهای گلخانه‌ای
۱۸	۱-۲- تعریف پلاسما.....
۱۹	۲-۲- پارامترهای پلاسما.....
۱۹	۱-۲-۲- دانسیته‌ی پلاسما.....
۲۰	۲-۲-۲- دمای پلاسما.....
۲۰	۳-۲- انواع پلاسما.....
۲۱	۱-۳-۲- پلاسمای حرارتی.....

۲۱	۲-۳-۲- پلاسمای غیر حرارتی.....
۲۲	۴-۲- انواع واکنش‌های شیمیایی در پلاسما.....
۲۲	۲-۴-۱- واکنش الکترون‌ها با ذرات سنگین.....
۲۴	۲-۴-۲- واکنش بین ذرات سنگین.....
۲۵	۲-۵-۰- انواع راکتورهای تولید پلاسما جهت تخریب گازهای گلخانه‌ای.....
۲۵	۲-۵-۱- تخلیه‌ی سد دی‌الکتریک.....
۲۷	۲-۵-۲- تخلیه‌ی بستر متراکم.....
۲۸	۲-۵-۳- تخلیه‌ی کرونا.....
۳۱	۲-۵-۴- پلاسمای کوپل شده‌ی القایی.....
۳۳	۲-۵-۵-۰- پلاسمای مایکروویو.....
۳۳	۲-۵-۵-۱- پلاسمای امواج سطحی.....
۳۷	۲-۵-۵-۲- مشعل پلاسمای مایکروویو.....
۴۱	فصل ۳: تولید پلاسما با استفاده از مشعل پلاسمای مایکروویو
۴۲	۳-۱- مقدمه:.....
۴۲	۳-۲- سیستم مشعل پلاسمای مایکروویو.....
۴۲	۳-۳- موجبرهای مستطیلی.....
۴۴	۳-۴- پاسخ‌های معادلات موج در موجبر مستطیلی.....
۴۴	۳-۴-۱- جواب مدهای TE.....
۴۶	۳-۴-۲- جواب مدهای TM.....
۴۷	۳-۵- مد غالب.....
۴۷	۳-۶- مولفه‌های میدان‌ها برای مد غالب.....
۴۸	۳-۷- جواب‌های معادله‌ی موج در خطوط هم محور.....
۵۰	فصل ۴: شرح سیستم آزمایشگاهی
۵۱	۴-۱- مقدمه.....
۵۱	۴-۲- روشهای انجام آزمایش.....
۵۱	۴-۲-۱- روش مشعل پلاسمای مایکروویو.....
۵۳	۴-۲-۱-۱- سیستم تولید پلاسما.....
۵۹	۴-۲-۱-۲- انجام آزمایش.....
۶۱	۴-۲-۲- روش پلاسمای امواج سطحی.....
۶۲	۴-۲-۲-۱- سیستم تولید پلاسما.....

۶۵	..... ۴-۲-۲-۲- انجام آزمایش
۶۶	..... ۳-۴- بخش آنالیز محصولات
۶۶	..... ۴-۳-۱- آنالیز توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی
۷۱	..... ۴-۳-۲- آنالیز توسط دستگاه تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز
۷۴	..... ۴-۴- معرفی پارامترهای تأثیر گذار بر تخریب د
۷۵	..... ۴-۵- طراحی آزمایش
۷۶	..... ۴-۶- واکنش‌ها و محصولات شیمیایی قابل پیش‌بینی

۷۹ فصل ۵: نتایج و بحث

۸۰	..... ۵-۱- مقدمه
۸۰	..... ۵-۲- نتایج حاصل از روش مشعل پلاسمایی
۸۱	..... ۵-۲-۱- طیف‌های جذبی FT-IR
۸۱	..... ۵-۲-۱-۱- سیستم SF ₆ -O ₂ -Ar
۸۶	..... ۵-۲-۱-۲- سیستم SF ₆ -Air-Ar
۸۹	..... ۵-۲-۱-۳- سیستم SF ₆ -Air-N ₂ -Ar
۹۴	..... ۵-۲-۲- طیف‌های کروماتوگرافی گازی
۹۹	..... ۵-۳- نتایج حاصل از روش پلاسمای امواج سطحی
۱۰۰	..... ۵-۳-۱- سیستم SF ₆ -O ₂
۱۰۲	..... نتیجه‌گیری
۱۰۴	..... پیشنهادات
۱۰۵	..... مراجع

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱-۱) اثر گلخانه‌ای ۵
- شکل (۲-۱) مقایسه‌ی آلومینیوم در حالت قبل و بعد از خالص‌سازی ۱۱
- شکل (۱-۲) جامد، مایع، گاز و پلاسما ۱۸
- شکل (۲-۲) پیکربندی مرسوم تخلیه‌ی سد دی‌الکتریک به شکل استوانه‌ای و صفحه‌ای ۲۶
- شکل (۳-۲) ترکیب بندی متداول راکتور بستر متراکم ۲۸
- شکل (۴-۲) شمای کلی از فرایند تشکیل کرونا ۲۹
- شکل (۵-۲) ترکیب بندی‌های مرسوم برای تخلیه‌ی کرونا ۳۱
- شکل (۶-۲) تخلیه‌ی کرونا در هوا ۳۱
- شکل (۷-۲) تصویر شماتیک از راکتور پلاسمای کوپل شده‌ی القایی RF ۳۲
- شکل (۸-۲) تصویر ستون پلاسما و سطح مقطع چگالی ۳۴
- شکل (۹-۲) سه نوع از لانچرهای امواج سطحی در مد ۳۶
- شکل (۱۰-۲) سیستم پلاسمای مشعل میکروویو ۳۸
- شکل (۱۱-۲) ساختمان applicator پلاسمای اتمسفری میکروویو ۳۹
- شکل (۱-۳) هندسه‌ی موجبر مستطیلی ۴۳
- شکل (۲-۳) میدان الکتریکی و مغناطیسی مد TE_{10} در موجبر استوانه‌ای ۴۷
- شکل (۱-۴) نمایی از سیستم مشعل پلاسمایی طراحی شده ۵۲
- شکل (۲-۴) کنترل کننده‌ی شارش جرمی ۵۴
- شکل (۳-۴) فلومتر جهت تنظیم فلوی گاز آرگون و نیتروژن ۵۴
- شکل (۴-۴) منبع تغذیه‌ی میکروویو ۵۵
- شکل (۵-۴) three stub tuner، جهت کاهش توان بازگشتی ۵۶
- شکل (۶-۴) short circuit plunger ۵۷
- شکل (۷-۴) مشعل پلاسمایی ۵۸
- شکل (۸-۴) قسمت انتهایی نازل: سمت چپ از جنس استیل ۵۸
- شکل (۹-۴) نمایی از سیستم پلاسمای امواج سطحی ۶۱
- شکل (۱۰-۴) تصویر شماتیک از سیستم تولید پلاسمای امواج سطحی ۶۲
- شکل (۱۱-۴) فشارسنج پیرانی جهت اندازه‌گیری فشار محفظه‌ی واکنش ۶۳

- شکل (۱۲-۴) تصویر surfaguide ۶۴
- شکل (۱۳-۴) دستگاه آنالیز GC-MS ۶۷
- شکل (۱۴-۴) تصویر سرنگ ۵ میلی لیتری جهت جمع آوری نمونه‌ی گازی ۶۷
- شکل (۱۵-۴) شمایی کلی از دستگاه کروماتوگراف گازی [۷۱] ۶۹
- شکل (۱۶-۴) قسمت هایی از طیف سنج جرمی Quadrupole mass analyzer [۷۲] ۷۰
- شکل (۱۷-۴) دستگاه آنالیز FT-IR ۷۲
- شکل (۱۸-۴) سل گازی جهت جمع آوری نمونه‌ی گازی ۷۲
- شکل (۱۹-۴) تصویر شماتیک از طیف سنج FT-IR ۷۳
- شکل (۱-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز قبل از روشن شدن پلاسما ۸۲
- شکل (۲-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز ۸۲
- شکل (۳-۵) نمودار تغییر شدت پیک SF_6 بر حسب توان برای سیستم SF_6-O_2-Ar ۸۴
- شکل (۴-۵) نمودار تغییر شدت پیک SO_2 و SO_2F_2 بر حسب تغییر توان برای سیستم SF_6-O_2-Ar ۸۵
- شکل (۵-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز SiO_2 در توان ۱۱۰۰ وات ۸۶
- شکل (۶-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز در توان‌های مختلف ۸۷
- شکل (۷-۵) نمودار تغییر شدت پیک SF_6 بر حسب توان برای سیستم $SF_6-Air-Ar$ ۸۸
- شکل (۸-۵) نمودار تغییر SO_2 و SO_2F_2 بر حسب توان برای سیستم $SF_6-Air-Ar$ ۸۸
- شکل (۹-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز در توان‌های مختلف ۸۹
- شکل (۱۰-۵) نمودار تغییر شدت پیک SF_6 بر حسب توان برای سیستم $SF_6-Air-N_2-Ar$ ۹۰
- شکل (۱۱-۵) نمودار تغییر SO_2 و SO_2F_2 بر حسب توان برای سیستم $SF_6-Air-N_2-Ar$ ۹۱
- شکل (۱۲-۵) نمودار تغییرات شدت پیک SiF_4 بر حسب توان ۹۲
- شکل (۱۳-۵) نمودار تغییرات درصد بازده‌ی تخریب بر حسب توان ۹۳
- شکل (۱۴-۵) طیف کروماتوگرافی گازی full mass ۹۵
- شکل (۱۵-۵) شناسایی CO_2 و SiF_4 ، SO_2F_2 توسط کتابخانه‌ی نرم افزار ۹۶
- شکل (۱۶-۵) شناسایی SO_2 توسط کتابخانه‌ی نرم افزار ۹۷
- شکل (۱۷-۵) طیف کروماتوگرافی گازی full mass ۹۸
- شکل (۱۸-۵) طیف کروماتوگرافی گازی full mass ۹۹
- شکل (۱۹-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز ۱۰۰
- شکل (۲۰-۵) طیف جذبی تبدیل فوریه‌ی مادون قرمز ۱۰۱

چکیده

در این مطالعه با استفاده از تکنولوژی پلاسما تخریب گاز هگزاfluوراید گوگرد به عنوان یک گاز گلخانه‌ای بررسی می‌شود. روش‌های استفاده شده در این مطالعه، مشعل پلاسما، مایکروویو و پلاسما امواج سطحی می‌باشند. در روش مشعل پلاسما مایکروویو، در طی انجام آزمایش‌ها به بررسی اثر توان و نوع گاز کمکی بر روی بازدهی تخریب گاز هگزاfluوراید گوگرد پرداخته شد. گازهای کمکی، اکسیژن، هوای فشرده و نیتروژن بوده‌اند. برای بررسی اثر گاز کمکی بر روی بازدهی تخریب سه سیستم تعریف شده است که SF_6-O_2-Ar ، $SF_6-Air-Ar$ و $SF_6-Air-N_2-Ar$ می‌باشند. در این سه سیستم اثر تغییر توان بر روی بازدهی تخریب مورد بررسی قرار گرفته است. در طی انجام آزمایش‌ها توان از ۳۰۰ تا ۱۱۰۰ وات متغیر بوده است. پس از انجام آزمایش‌ها، توسط دستگاه آنالیز تبدیل فوریهی مادون قرمز محصولات آنالیز شده و بازدهی تخریب گاز هگزاfluوراید گوگرد محاسبه شد. همچنین اثر توان بر روی میزان تولید محصولات واکنش مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از دستگاه آنالیز کروماتوگرافی گازی با آشکارساز جرمی جهت تأیید محصولات شناسایی شده توسط آنالیز تبدیل فوریهی مادون قرمز نیز استفاده شده است. محصولات شناسایی شده در هر سه سیستم عبارتند از SO_2 ، SO_2F_2 ، SiF_4 و CO_2 . در طی انجام آزمایش‌ها مشاهده شد که بازدهی تخریب هگزاfluوراید گوگرد با افزایش توان در هر سه سیستم افزایش یافته است. همچنین هوای فشرده به عنوان گاز کمکی پر بازده‌تر از اکسیژن می‌باشد. بازدهی تخریب در توان ۱۱۰۰ وات در سیستم SF_6-O_2-Ar ، $SF_6-Air-Ar$ و $SF_6-Air-N_2-Ar$ به ترتیب ۹۸/۳، ۹۹/۱ و ۹۹/۴ درصد بوده است. در روش پلاسما امواج سطحی به صورت کیفی به بررسی اثر توان بر تخریب گاز هگزاfluوراید گوگرد پرداخته شد. دستگاه آنالیز استفاده شده در این روش تبدیل فوریهی مادون قرمز و محصولات شناسایی شده در این روش SO_2F_2 و SiF_4 بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: اثر گلخانه‌ای، پلاسما مشعل مایکروویو، پلاسما امواج سطحی، راکتور پلاسما، تخریب گاز

هگزاfluوراید گوگرد، آنالیز گازی

فصل ۱:

مقدمه

۱-۱- کشف اثر گلخانه‌ای

در طول قرن نوزدهم دانشمندان دریافتند که گازهایی از قبیل دی‌اکسید کربن در اتمسفر زمین وجود دارند که سبب ایجاد اثر گلخانه‌ای و در نتیجه تنظیم دمای اتمسفر می‌شوند. کشف اثر گلخانه‌ای به خاطر علاقه‌ی دانشمندان به درک این اثر رخ نداد بلکه به این خاطر بود که آنها در جستجوی مکانیسمی بودند که موجب بروز عصر یخبندان شده بود.

در تلاشی که برای درک رابطه‌ی بین وجود دی‌اکسید کربن و دوره‌های یخبندان انجام شد، علاقه‌ی آنها به مطالعه‌ی بازه‌ی زمانی‌ای بود که غلظت دی‌اکسید کربن در کمترین مقدارش قرار داشت و مرتبط با دوره‌های یخبندان در آب و هوای گذشته‌ی کره‌ی زمین بود.

شروع کشف این پروسه توسط Joseph Fourier در سال ۱۸۲۰ بود. در طی این بازه‌ی زمانی دانشمندان شروع به یافتن این نکته کردند که گازهایی که اتمسفر زمین را تشکیل می‌دهند ممکن است پرتوهای ساطع شده از خورشید را به دام اندازند. همچنین در این زمان John Tyndall فیزیکدان، علاقه‌مند به یافتن این موضوع بود که آیا هر گاز موجود در اتمسفر قادر به گیراندازی تشعشع گرمایی است. در سال ۱۸۵۹ از طریق یک مجموعه از آنالیزهای آزمایشگاهی، او توانست چندین گازی که قادر به گیراندازی و حفظ گرما بودند را شناسایی کند. مهمترین این گازها بخار آب و دی‌اکسید کربن بودند.

بعدها در سال ۱۸۹۶ Svante Arrhenius، شیمی فیزیکدان، که بر روی اطلاعات عصر یخبندان قبل تاریخ کار می‌کرد، توانست در آزمایشگاهش به این مسئله پی ببرد که اگر میزان دی‌اکسید کربن موجود در اتمسفر به نصف آن برسد دما در سراسر اروپا به میزان ۷ تا ۹ درجه‌ی فارنهایت (۴ تا ۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) کاهش می‌یابد. که این مقارن با یک عصر یخبندان دیگر بود. هرچند در صورت بروز چنین اتفاقی اثرات ناشی از آن سراسری می‌بود. به همین جهت Arrhenius به همکاری با Arvid Hogbom، که ایده‌ای جدید در آنالیز گازهای اتمسفر داشت، پرداخت. او کشف کرد که فعالیت‌های مختلف بشر با آهنگ زیادی به میزان دی‌اکسید کربن اتمسفر می‌افزاید. در آن زمان او فکر می‌کرد که این میزان افزایش، خطر جدی‌ای

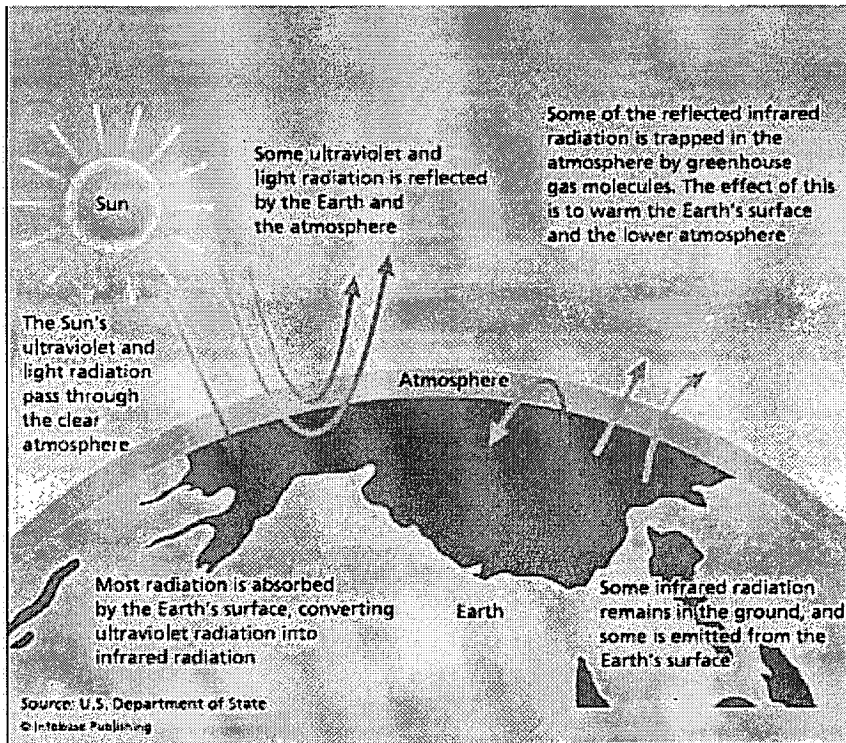
محسوب نمی‌شود و از این نظر این اتفاق متفاوت از پروسه‌های طبیعی مانند فوران آتشفشان‌ها نمی‌باشد. چیزی که باعث نگرانی او می‌شد این بود که اگر این حجم از گاز به طور پیوسته به اتمسفر افزوده می‌شد دیری نمی‌پایید که عملکرد اتمسفر را به طور منفی تحت تأثیر قرار می‌داد. Arrhenius بیان کرد که در صورت ادامه یافتن سوخت زغال‌سنگ با همان نرخ، اتمسفر طی چند قرن محدود، شروع به گرم شدن می‌کند.

در همان زمان Thomas C. Chamberlin، زمین‌شناس آمریکایی، علاقه‌مند به دانستن میزان دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر شد و یک دانشمند سوئدی، Knut Angstrom، کشف کرد که گازهای گلخانه‌ای با ننگ‌داشتن گرما بجای اجازه‌ی فرار به آنها، به فضا، باعث بالا رفتن دما می‌شوند. این روشن‌گری‌ها شروع تئوری گرم شدن زمین بود. کمک ارزشمند این دانشمندان موجب شد که امروز و در آینده دید بازتری نسبت به مسئله‌ی گرم شدن زمین و اثرات ناشی از آن بر طبیعت داشته باشیم.

۱-۲- اثر گلخانه‌ای

زمین تقریباً ۳۰ درصد تابش خورشیدی را منعکس می‌کند. ۷۰ درصد باقی‌مانده جذب می‌شود و موجب بالا رفتن دمای اتمسفر، خشکی‌ها و اقیانوس‌ها می‌شود. به منظور حفظ تعادل انرژی، و در نتیجه جلوگیری از گرما و یا سرمای زیاد زمین، مقدار انرژی فرودی باید با مقدار انرژی خروجی برابر باشد. تابش خورشیدی فرودی بر سطح زمین در ناحیه‌ی مرئی اتفاق می‌افتد و تابشی که از جسمی که روی سطح زمین قرار دارد و گرم شده است خارج می‌شود در ناحیه‌ی مادون قرمز، به صورت گرم‌ماست. تعادل انرژی زمین در صورتی حفظ می‌شود که تابش خورشیدی فرودی با انرژی خروجی توسط زمین به فضا برابر باشد. تابش خورشیدی مرئی سطح زمین را گرم می‌کند ولی باعث گرم شدن اتمسفر نمی‌شود. گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر تابش‌های مادون قرمزی که از سطح زمین به آنها می‌رسد را جذب می‌کنند. انرژی تابشی خورشید با سطح زمین، ابرها و گازهای اتمسفری برخورد می‌کند بطوریکه متحمل مسیرهای مختلفی می‌شود. می‌تواند بطور مستقیم از سطح زمین به سمت خارج آن منعکس شود، جذب شود و سپس دوباره ساطع شود و توسط اتمسفر جذب شود.

شکل (۱-۱) راهی که اتمسفر قادر به گیراندازی و هدایت انرژی تابشی خورشید می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۱) اثر گلخانه‌ای [۱]

اتمسفر زمین ۷۰ درصد از انرژی تابشی خورشید را عبور می‌دهد تا به زمین برسد و ۳۰ درصد باقی را به فضا منعکس می‌کند. اکثر تابش خورشیدی فرودی در ناحیه‌ی طول موج‌های کوتاه و متوسط قرار دارد. بخش پراثری طیف، طول موج کوتاه، از قبیل اشعه‌ی ایکس، گاما، و ماوراء بنفش توسط سطوح بالایی و میانی اتمسفر جذب می‌شوند. این موضوع مطلوب است زیرا وجود این تابش‌ها بر روی زمین موجب صدمه زدن به زندگی موجودات روی زمین می‌شود. مثلاً اشعه‌ی ماوراء بنفش موجب بروز سرطان می‌شود.

بخش طول موج‌های میانی، ناحیه‌ی مرئی، به سطح زمین می‌رسد. این بخش از طیف می‌تواند توسط سطح زمین و گازهای گلخانه‌ای اتمسفر جذب و یا منعکس شود. وقتی انرژی الکترومغناطیسی در سطح زمین جذب می‌شود موجب بالا رفتن دمای زمین می‌شود. سپس زمین در پاسخ امواجی در ناحیه‌ی مادون قرمز از خود ساطع می‌کند. تابش‌های مادون قرمز اتمسفر بالای زمین را گرم نگه می‌دارد. وقتی اشعه‌ی مادون قرمز به طرف خارج از سطح زمین ساطع می‌شود وارد فضا نمی‌شود. بلکه توسط گازهای گلخانه‌ای موجود در اتمسفر زمین به دام می‌افتد. این گرمای به دام افتاده دوباره به همه جهات ساطع می‌شود.

این گرمای به دام افتاده همان اثر گلخانه‌ایست. اثر گلخانه‌ای طبیعی زمین برای زندگی حیاتی‌ست. از زمان انقلاب صنعتی (طی ۲۵۰ سال گذشته) اثر گلخانه‌ای طبیعی با دخالت بشر تقویت شده است. ورود گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر به حدی رسید که اثر گلخانه‌ای دیگر در حد تعادل نبود و نیست. این اتفاق اثر گلخانه‌ای افزوده نام دارد [۱].

۱-۳- اثرات منفی ناشی از اثر گلخانه‌ای افزوده

در صورت ادامه یافتن افزایش دمای زمین اثرات منفی بدی پدیدار خواهد شد. از قبیل از بین رفتن اکوسیستم که منجر به انقراض بسیاری از گونه‌ها می‌شود. مرگ و میرهای ناشی از گرمای زیاد افزایش می‌یابد. بیماری‌های عفونی از قبیل آنسفالیت (ورم مغز)، مالاریا، تب استخوان شکن از طریق تکثیر پشه‌های حامل بیماری، گسترش بیشتری پیدا می‌کنند. سوء تغذیه و قحطی‌زدگی در نتیجه خشک‌سالی، از بین رفتن مناطق ساحلی به دلیل بالا آمدن سطح آب دریاها در نتیجه ذوب شدن یخ‌ها و انبساط حرارتی اقیانوس‌ها، تولیدات کشاورزی غیر قابل پیش‌بینی و تهدید عرضه مواد غذایی و آب آلوده [۱].

۱-۴- گازهای گلخانه‌ای

چند نوع مختلف از گازهای گلخانه‌ای وجود دارند که برخی میزان بیشتری نسبت به بقیه دارند. گازهایی که میزان بیشتری دارند شامل بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان، مونوکسید نیتروژن و هالوکربن‌ها هستند.

بخار آب متداول‌ترین گاز گلخانه‌ایست که در ۶۵ درصد از اثر گلخانه‌ای طبیعی سهم دارد. در اثر تبخیر آب‌های کره‌ی زمین به اتمسفر زمین رفته و به شکل ابر درمی‌آید. ابرها می‌توانند مانند یک روکش عایق عمل کرده و گرمای زمین را نگه دارند و یا می‌توانند نور خورشید را منعکس و یا پراکنده کنند.

دومین گاز گلخانه‌ای که در ۲۵ درصد از اثر گلخانه‌ای طبیعی سهم دارد دی‌اکسید کربن است. دی‌اکسید کربن از منابع مختلفی تولید می‌شود. بازدم انسان‌ها و حیوانات، تجزیه‌ی گیاهان از بین رفته، آتش‌سوزی جنگل‌ها، احتراق سوخت‌های فسیلی (اگزوز اتومبیل‌ها و خروجی پروسه‌های صنعتی) منابع تولید این گاز می‌باشند.

متان گازی بی‌رنگ، بی‌بو و اشتعال‌پذیر است که در اثر تجزیه‌ی گیاهان در محیطی که هوای کمی وجود دارد تولید می‌شود. این گاز سومین گاز گلخانه‌ای محسوب می‌شود و در اثر تجزیه‌ی ماده‌ی آلی بدون حضور اکسیژن در طی پروسه‌ی بی‌هوازی

تولید می‌شود. از سال ۱۷۵۰ میزان متان در اتمسفر دو برابر شده و تصور می‌رود که تا سال ۲۰۵۰ نیز مقدار آن دوباره دوبرابر گردد.

مونوکسید نیتروژن دیگر گاز گلخانه‌ایست که از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار تولید می‌شود. همچنین این گاز توسط باکتری‌ها در خاک نگهداری و در هنگام شخم زدن زمین آزاد شده و وارد اتمسفر می‌شود. میزان این گاز از سال ۱۷۵۰ بیش از ۱۵ درصد افزایش داشته است.

هالوکربن‌ها شامل فلوروکربن‌ها، متیل‌هالیدها، تتراکلرایدکربن، تترافلوروایدکربن و هالون‌ها هستند. این گازها از گازهای گلخانه‌ای قدرتمندی هستند که برای سال‌ها در اتمسفر باقی می‌مانند.

فلوروکربن‌ها گروهی از ترکیبات آلی مصنوعی هستند که شامل فلوروکربن و کربن‌اند. یکی از متداول‌ترین ترکیبات این گروه کلروفلوروکربن‌ها (CFC) هستند که در صنعت به عنوان سردکننده، حلال‌های تمیزکننده و به عنوان محرک در اسپری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دسته از مواد برای اتمسفر بسیار مضر هستند زیرا موجب تخریب لایه‌ی اوزون می‌شوند.

اما چند نوع دیگر از گازهای گلخانه‌ای وجود دارند که همگی ویژگی‌های متفاوتی دارند. برای مثال این گازها طول عمرهای متفاوتی در اتمسفر دارند و میزان گرمایی که هر یک از آنها به دام می‌اندازند متفاوت است. بسیاری از این گازها، گازهای گلخانه‌ای بسیار قوی هستند، برخی از آنها می‌توانند برای هزاران سال در اتمسفر زمین باقی بمانند. برای مثال بر اساس اطلاعات سازمان مراقبت از محیط زیست ایالات متحده‌ی آمریکا (EPA)، این دسته از گازهای گلخانه‌ای در طی ۱۰۰ سال ۱۴۰ تا ۲۳۹۰۰ برابر گاز دی‌اکسیدکربن در گیراندازی و نگهداری گرما در اتمسفر توانایی دارند. اگرچه میزان این گازها در اتمسفر بسیار کم است، کمتر از ۲ درصد از مجموع گازهای گلخانه‌ای، اما به دلیل پتانسیل بالایی که در نگهداری گرما دارند خطر جدی محسوب می‌شوند.

پتانسیل گرم کردن یک گاز گلخانه‌ای (GWP) بنا به تعریف نسبت گرم کردن توسط یک واحد از جرم آن گاز به گرم کردن توسط یک واحد از جرم دی‌اکسیدکربن در بازه‌ای از زمان می‌باشد. پس اگر پتانسیل گرم کردن متان ۲۳ و برای دی‌اکسیدکربن ۱ باشد یعنی متان ۲۳ برابر در گرم کردن زمین قوی‌تر از دی‌اکسیدکربن است. EPA سه گروه اصلی از گازهای با ضریب پتانسیل بالای گرم کردن را معرفی کرده است.

(۱) هیدروفلوروکربن‌ها (HFCs)

۲) پرفلئوروکربن‌ها (PFCs)

۳) هگزا فلئوراید گوگرد (SF_6)

هیدروفلئوروکربن‌ها مواد شیمیایی ساخته بشر هستند. این گازها (HFC) شامل فلئوران‌ها و به لایه‌ی اوزون آسیبی نمی‌رسانند. پلیمرهای فلئوروکربن از نظر شیمیایی خنثی هستند و همچنین عایق الکتریکی محسوب می‌شوند. آنها به جای کلروفلئوروکربن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرا به لایه‌ی اوزون آسیبی نمی‌رسانند ولی اثر گلخانه‌ای دارند. کلروفلئوروکربن‌ها در سیستم‌های تهویه‌ی هوا و سردکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ضریب پتانسیل گرم کردن آنها، بسته به نوع ترکیب، بین ۱۴۰ تا ۱۱۷۰۰ می‌باشد و طول عمر آنها در اتمسفر ۱ تا ۲۶۰ سال است.

پرفلئوروکربن‌ها اغلب از صنایع تولید آلومینیوم و نیمه‌رساناها تولید می‌شوند. ساختار مولکولی بسیار پایداری دارند و اغلب در سطوح پایین‌تر اتمسفر شکسته نمی‌شوند. وقتی به ۶۰ کیلومتری سطح زمین می‌رسند توسط پرتوهای پراکنده‌ی فرابنفش تخریب می‌شوند اما این پروسه بسیار کند صورت می‌گیرد و در نتیجه منجر به انباشته شدن آنها در اتمسفر برای هزاران سال (بیش از ۵۰۰۰۰ سال) می‌شود.

هگزا فلئوراید گوگرد قویترین گاز گلخانه‌ای با ضریب پتانسیل گرم کردن ۲۳۹۰۰ و طول عمر ۳۲۰۰ سال می‌باشد. این گاز در صنایع الکترونیک، نیمه‌رساناها، منیزیم‌سازی و در نشت‌یابی کاربرد دارد.

از آنجاییکه این تحقیق در مورد تخریب گاز هگزا فلئوراید گوگرد می‌باشد در ادامه اطلاعاتی در مورد این گاز آمده است [۱].

۱-۵- گاز هگزا فلئوراید گوگرد

هگزا فلئوراید گوگرد گازی غیرسمی، خنثی، عایق و سردکننده است که قدرت دی‌الکتریک و پایداری حرارتی بالایی دارد.

۱-۶-۱- موارد کاربرد و منابع تولید گاز هگزا فلونوراید گوگرد

۱-۶-۱-۱- صنعت نیمه رساناها

گاز هگزا فلونوراید گوگرد به طور فزاینده‌ای جهت ساخت تجهیزات سیلیکونی توسط صنایع نیمه‌رسانا، تکنولوژی ساخت صفحه نمایش‌های تخت و سلول‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گاز جهت ساخت پردازشگرها و حافظه‌ها بر روی لایه‌های نازک سیلیکونی تک کریستالی کاربرد دارد. در مورد زیر لایه‌های شیشه‌ای، این مدارهای سیلیکونی بر روی فیلم‌های لایه‌نشانی شده از سیلیکون ساخته می‌شوند و شکل آشنای سلول‌های خورشیدی یا صفحه نمایش‌های تخت به خود می‌گیرند.

گازهای فلونوردار، از قبیل هگزا فلونوراید گوگرد، دو نقش بسیار مهم در ساخت تجهیزات سیلیکونی را بر عهده دارند. نخست، آنها جهت خارج کردن انتخابی مواد طی پروسه‌ای به نام اچ^۱ کردن مورد استفاده قرار می‌گیرند. رادیکال‌های فلونور با سیلیکون وارد واکنش شده و تولید نمونه‌های فرار می‌کنند. در نتیجه قطعات مختلف مدار را روی بستر می‌سازند. گاز هگزا فلونوراید گوگرد در تولید مدارهای مجتمع، به اصطلاح اچ کردن همسانگرد، بسیار مناسب است زیرا در همه‌ی جهات وارد واکنش شده و ایجاد حفره‌های دایره‌ای می‌کند.

این گاز در تولید سیستم‌های میکروالکترومکانیکی کاربرد دارد، زیرا انرژی بالا و واکنش‌پذیری زیاد یون‌های آن امکان اچ کردن با آهنگ تغییر ناپذیر را می‌دهد.

دوم آنکه، گاز فلونور جهت پاک‌سازی وسایل از ذرات و لایه‌های سیلیکونی ناخواسته مورد استفاده قرار می‌گیرد. گاز هگزا فلونوراید گوگرد گازی مطلوب جهت تولید رادیکال‌های فلونور است بنابراین به خوبی رسوب‌ها و لایه‌ها را از دیواره‌ی چمبر^۲ جدا می‌کند. این پروسه تمیز کردن چمبر نام دارد.

^۱ کندن مواد از سطح یک ماده با استفاده از بمباران کردن آن سطح توسط یون‌ها

^۲ محفظه‌ی واکنش

۱-۶-۲- تجهیزات الکترونیکی

هگزافلوراید گوگرد گازی غیرسمی، خنثی، عایق و سردکننده است که قدرت دی‌الکتریک و پایداری حرارتی بالایی دارد. با توجه به این ویژگی‌ها گازی مناسب در تجهیزات الکتریکی محسوب می‌شود. از جمله کاربردهای این گاز در صنعت الکترونیک، استفاده از آن در بریکرهای^۱ ولتاژ بالا و متوسط، کابل‌های ولتاژ بالا، ترانسفورماتورها، شتاب‌دهنده‌های ذرات، تجهیزات اشعه‌ی ایکس و فرکانس‌های فوق‌بالا را می‌توان نام برد. ساخت تجهیزاتی جدید با توانایی‌های بالاتر و عملکردهای پیشرفته‌تر با توجه به مشخصه‌های الکتریکی، حرارتی و شیمیایی بسیار خوب این گاز امکان‌پذیر است. در نتیجه جایگزینی دی‌الکتریک‌های مرسوم با هگزافلوراید گوگرد یک گاز اشتعال‌ناپذیر، غیر سمی و غیرفعال از نظر شیمیایی گسترش یافت و تجهیزات سبکتر و کم‌حجم‌تر جایگزین تجهیزات قبلی شدند.

۱-۶-۳- صنایع ساخت شیشه‌های عایق صوتی

پایین بودن سرعت صوت در این گاز کاربرد آن را در پنجره‌های عایق صوتی مناسب می‌سازد.

۱-۶-۴- ریخته‌گری

فلز منیزیم و آلیاژهای آن واکنش‌پذیری بالایی دارند در نتیجه در هنگام ریخته‌گری باید از واکنش آنها با اکسیژن هوا جلوگیری شود. وجود مقدار کمی از هگزافلوراید گوگرد در هوای اطراف ماده‌ی مذاب در ریخته‌گری، لایه محافظ لازم را فراهم می‌کند و پروسه را مقرون به صرفه می‌سازد. کاربرد گسترده‌تر این گاز در صنعت ریخته‌گری جهت خالص‌سازی آلومینیوم می‌باشد. وارد کردن مخلوطی از این گاز و گاز بی‌اثر درون آلومینیوم ذوب شده نه تنها میزان هیدروژن موجود در آن را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد بلکه مواد جامد و اکسیدها را نیز از آن دور می‌کند. شکل (۱-۲) مقایسه‌ی آلومینیوم را قبل و بعد خالص‌سازی نشان می‌دهد.

^۱ سونچ الکتریکی خودکار جهت جلوگیری از صدمه دیدن مدار در اثر اتصال کوتاه