

آزمایشگاه‌های تحقیقاتی دانشکده مهندسی شیمی

بهار ۱۴۰۱

○ مرکز آنالیز



مرکز آنالیز

نام انگلیسی آزمایشگاه:

Analysis Center

تعریف آزمایشگاه:

مرکز آنالیز شامل تعدادی از تجهیزات مهم جهت بررسی کیفی و کمی مواد است که با هدف ارائه خدمات پژوهشی به دانشجویان و اعضای هیئت علمی دانشگاه تهران و سایر مراکز علمی، پژوهشی و صنعتی کشور تشکیل شده است.

شرح وظایف کارشناس آزمایشگاه:

- ۱- ارائه خدمات آنالیز دستگاهی به دانشجویان و اساتید دانشگاه تهران و سایر دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی و پژوهشی
- ۲- پیگیری رفع عیب دستگاه‌هایی که نیاز به تعمیر دارند.
- ۳- برگزاری کلاس آشنایی با دستگاه‌ها برای دانشجویان درس شیمی تجزیه مهندسی شیمی در پایان هر ترم
- ۴- پاسخ به پرسش‌ها و رفع اشکال دانشجویان
- ۵- انجام امور جاری آزمایشگاه از جمله آماده‌سازی نتایج، ارائه برگ خرید
- ۶- همکاری در برگزاری کارگاه‌های تئوری و عملی آنالیز دستگاهی برای کارآموزان دانشگاه‌ها و صنعت
- ۷- نظارت بر اجرای دقیق آیین‌نامه‌های سلامت، ایمنی و محیط زیستی
- ۸- نظارت بر نظم و تمیزی آزمایشگاه



آنالیزهایی که در این آزمایشگاه انجام می‌شود:

- ۱- گاز کروماتوگرافی^۱
- ۲- گاز کروماتوگرافی- طیف‌سنجی جرمی^۲
- ۲- کروماتوگرافی مایع^۳
- ۳- طیف‌سنجی جذب مولکولی مادون قرمز- تبدیل فوریه^۴
- ۴- طیف‌سنجی جذب مولکولی مرئی-فرابنفش^۵

¹ Gas chromatography

² Gas chromatography-mass spectrometry

³ Liquid Chromatography

⁴ Fourier Transform Infrared Spectrometry

⁵ Ultraviolet-Visible Spectrometry



دستگاه کروماتوگراف گازی (GC):

اساس کار:

نمونه‌های حل‌شده در حلال‌های آلی، به محفظه داغ تزریق‌شده و به بخار تبدیل می‌شوند. بخارهای نمونه به همراه گاز حامل بی‌اثر نظیر هلیوم به سمت ستون موئینه گرم به طول چند متر که دیواره داخلی آن از فاز ساکن مناسب پوشش داده‌شده است حرکت کرده و از میان ستون عبور داده می‌شود. در اثر اختلاف برهم‌کنش ترکیبات موجود در نمونه، که به‌صورت فاز بخار هستند، با فاز ساکن درون ستون و همچنین اختلاف در فشار بخار، ترکیبات جداشده و با فاصله زمانی از ستون خارج می‌شوند و به‌وسیله آشکارسازی که به انتهای ستون متصل است، آشکارسازی می‌شوند.

قابلیت‌ها:

- اندازه‌گیری سموم
- اندازه‌گیری برخی از ترکیبات دارویی و عطرمایه‌ها
- جداسازی و اندازه‌گیری برخی از ترکیبات آلی در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
- اندازه‌گیری درجه خلوص حلال‌ها
- اندازه‌گیری آلاینده‌های فرار زیست‌محیطی نظیر هیدروکربن‌ها، الکل‌ها

مورداندازه‌گیری: غلظت

واحد اندازه‌گیری: ppm, ppb و ...

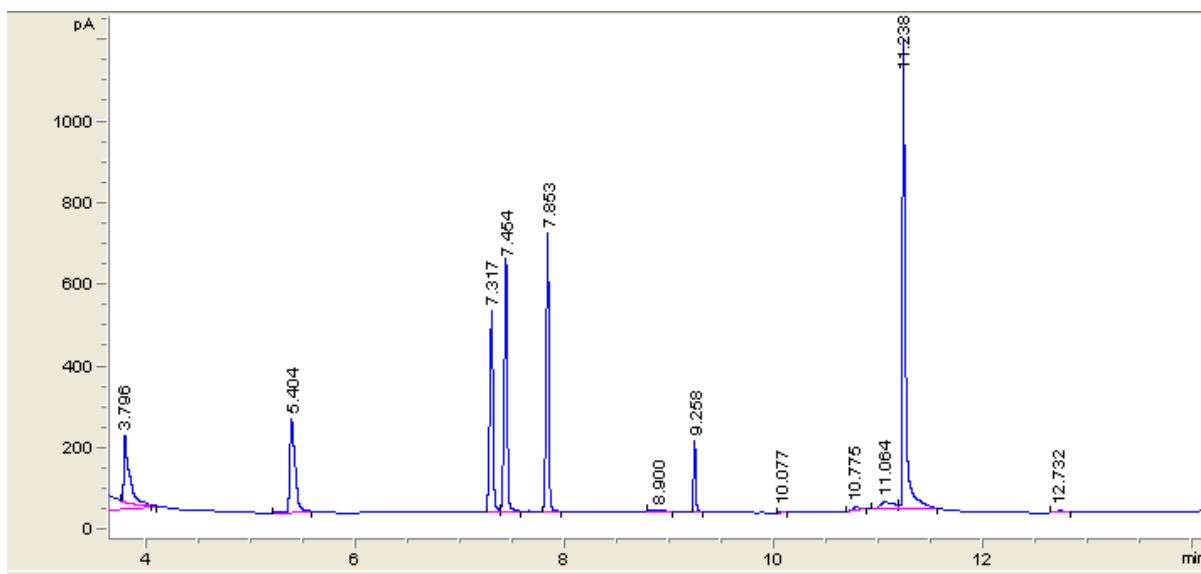
حد تشخیص: بسته به نوع ترکیبات در گستره قسمت در میلیون (ppm) تا قسمت در بیلیون (ppb)

محدودیت‌ها:

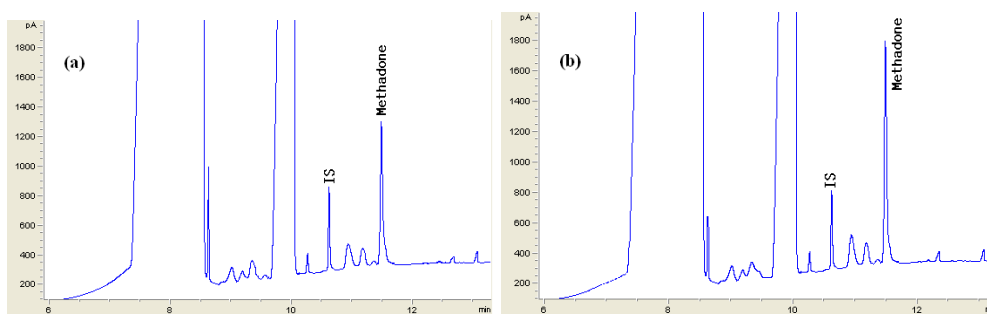
- نمونه‌های محلول تزریق‌شده حتماً باید در حلال آلی حل شوند. لذا برای اندازه‌گیری ترکیبات در نمونه‌های آب و خاک، استخراج ترکیبات در حلال آلی مناسب ضروری است.
- ترکیبات مورداندازه‌گیری باید از لحاظ حرارتی پایدار بوده و همچنین نقطه جوش زیر ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد داشته باشند.



شکل‌های ۱ و ۲ نمودارهای خروجی این دستگاه (کروماتوگرام) را نشان می‌دهند:



شکل ۱- کروماتوگرام دستگاه گاز کروماتوگراف



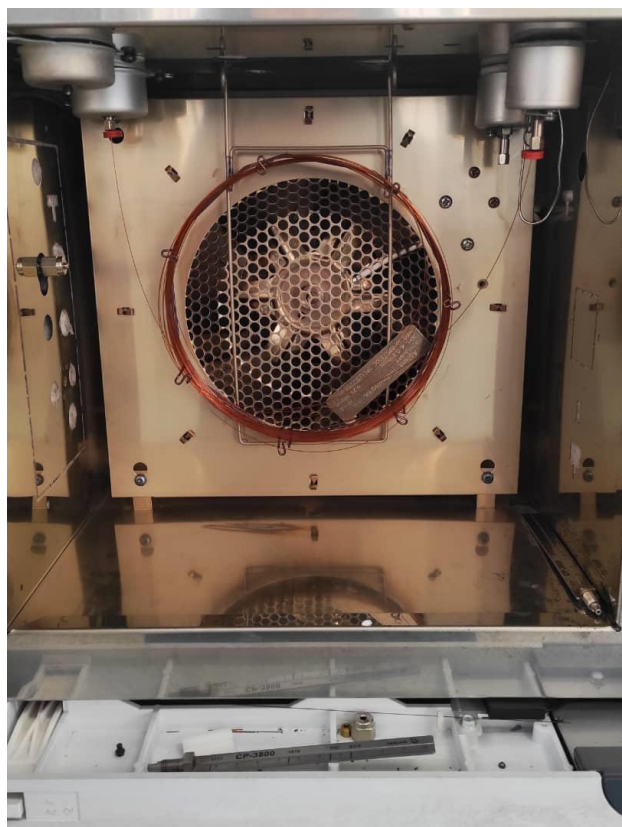
شکل ۲- کروماتوگرام نمونه پلاسما حاوی متادون (a) و کروماتوگرام پلاسما پس از اضافه کردن استاندارد متادون (b)



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی



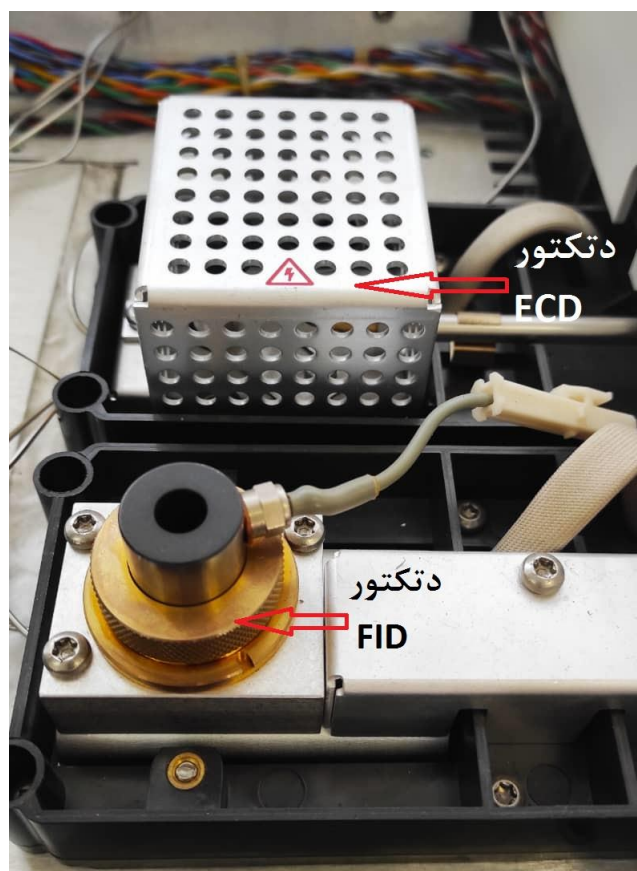
شکل ۳- دستگاه گاز کروماتوگراف Agilent 7890A



شکل ۴- ستون موئینه نصب شده در آون دستگاه



شکل ۵- فیلتر زغالی برای جذب گازهای خروجی از اینلت دستگاه



شکل ۶- دتکتورهای دستگاه GC



شکل ۷- اتوسمپلر دستگاه GC



شکل ۸- مولد نیتروژن دستگاه GC



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی



شکل ۹- مولد نیتروژن دستگاه GC





پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی

شکل ۱۰- مولد هوای خشک دستگاه GC



شکل ۱۱- دستگاه گاز کروماتوگراف Varian CP-3800



شکل ۱۲- خروجی گازها و دتکتور FID



شکل ۱۳- محل تزریق دستی



شکل ۱۴- مولد هیدروژن دستگاه GC

گاز کروماتوگراف متشکل از یک آون^۱ که ستون موئینه داخل آن قرار می‌گیرد، آشکارساز یونش شعله‌ای^۲، آشکارساز ربایش الکترون^۳، محفظه تزریق نمونه^۴، ماژول کنترل پنوماتیک الکترونیکی^۵، کنترل گر دمای آون با عملکرد بالا و ماژول تزریق خودکار^۶ است.

➤ محفظه تزریق نمونه دو نوع است: تقسیم‌کننده^۷ و مولتی مد^۸

¹ Oven

² FID detector

³ ECD detector

⁴ Injector

⁵ Advanced electronic pneumatic control (EPC)

⁶ Autoinjector Module

⁷ Split/Splitless Injector

⁸ Multi mode (MMI) Injector



دستورالعمل کار با دستگاه گاز کروماتوگراف Varian CP-3800:

- ۱- کامپیوتر را روشن نمایید.
 - ۲- شیر اصلی گازهای هوای خشک، هلیوم و نیتروژن را باز کنید. (فشار خروجی هوا روی ۴ بار، هلیوم ۵/۵ بار و نیتروژن روی ۵ بار تنظیم شده‌اند و فقط کافی است شیر اصلی سیلندرها باز شوند).
 - ۳- مولد هیدروژن روشن شود. فشار خروجی این گاز باید ۴ بار باشد.
 - گاز هلیوم به عنوان گاز حامل، هیدروژن و هوا برای تولید شعله در دتکتور FID و نیتروژن، گاز make up است. (درواقع گاز make up تأثیری در نتیجه آنالیز ندارد. وقتی بخارهای نمونه به دتکتور می‌رسد، فشار گاز حامل کم شده و گاز make up کمک می‌کند تا سرعت برخورد در دتکتور زیاد شده و یونیزاسیون راحت‌تر انجام شود).
 - فیلترهای رطوبت و اکسیژن که در مسیر ورود گازها به دستگاه نصب می‌شوند، شاخص دارند. اگر تغییر رنگ دادند باید تعویض شوند. اگر فیلترها خراب شوند، baseline نویزی می‌شود. برای بستن فیلتر اکسیژن، ابتدا مقداری سوزن فیلتر را فشار داده تا گاز حامل خارج شده و هوای احتمالی خارج شود، بعد فیلتر بسته شود.
 - ۴- ستون موئینه موردنظر در آون دستگاه نصب شود.

برای بستن ستون خط کش مخصوص و کاتر سرامیکی موجود است. ابتدا فرول گرافیتی را از یک سر ستون وارد کرده و با کاترجوری که عمود بر ستون باشد، خطی روی ستون انداخته و با ضربه زدن سر ستون جدا شود. با خط کش جای دتکتور و انژکتور را مشخص نموده علامت‌گذاری کرده، با پیچ شیاردار در محل موردنظر بسته شود.

ستونی که برای اولین بار بسته می‌شود بهتر است condition شود. ابتدا دمای آون را روی ۵۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم کنید تا دمای دتکتور تا حدود ۲۰۰ درجه بالا رود چون اگر دتکتور سرد باشد، ممکن است coating هایی که در دمای بالا از ستون خارج می‌شوند، به دتکتور بچسبند. سپس دمای آون را تا دمایی که ستون در آن دما مقاوم است بالا ببرید. بهتر است حدود ۱ الی ۲ ساعت در دمای بالا بماند و خروجی روی کروماتوگرام چک شود. زمانی که baseline صاف شد، می‌توان دمای آون را پایین آورد.
 - ۵- بعد از بستن یا عوض کردن ستون، باید مشخصات آن را روی خود پنل GC تعریف کرد.
- Set up/Edit Instrument/Edit column parameters



- ۶- بعد از روشن کردن دستگاه پیغام waiting for network connection ظاهر می‌شود. اگر تا زمان اتصال هر کلیدی فشرده شود، کنترل از کامپیوتر خارج شده و دوباره باید دستگاه خاموش و روشن شود.
- ۷- برای برقراری ارتباط دستگاه و کامپیوتر روی نرم‌افزار star دو بار کلیک کرده و منتظر شوید تا ارتباط بین دستگاه و کامپیوتر برقرار شده و آیکون GC به رنگ مشکی درآید.
- ۸- در نوار ابزار بالای صفحه روی گزینه Create/Open a method رفته و با کلیک کردن روی قسمت‌های مختلف موارد موردنظر برای متد خود (از جمله برنامه دمایی آون و فلوی گاز و دمای محل تزریق و دمای دتکتور) را اعمال کنید

Create/Open a method
Temperature
Stabilization time
Detector
Make up 25 ml/min
H₂ 30 ml/min
Air: 300 ml/min
Temperature
Flow/pressure
Injector
Temperature
Split/Splitless

پس از ست کردن متد، آن را تحت نامی ذخیره نمایید.

- ۹- از نوار ابزار بالای صفحه گزینه active method را انتخاب کرده و متد موردنظر را فراخوانید.

Method/active method

- ۱۰- منتظر بمانید تا مشخصات موردنظر در برنامه مانند دماها و فلوی گاز روی دستگاه اعمال شود.
- ۱۱- روی آیکون inject کلیک کرده و مسیر ذخیره و نام نمونه موردنظر را وارد کنید.
- ۱۲- وقتی پارامترهای تنظیم شده با مقادیر واقعی یکی شدند کلید ready روی دستگاه به رنگ سبز درمی‌آید.



۱۳- مقدار موردنظر (معمولاً 1µl) از نمونه موردنظر را با کمک سرنگ مخصوص GC به دستگاه تزریق کنید.

۱۴- بعد از اتمام run می‌توانید وارد آیکون view/edit program شده و روی کروماتوگرام به‌دست‌آمده کار کنید (انتگرال‌گیری و ثبت اسم پیک‌ها و زمان بازداری ...)

۱۵- بعد از تزریق نمونه برای دیدن کروماتوگرام

View/edit chromatogram

۱۶- برای دیدن دو یا چند کروماتوگرام هم‌زمان، روی اسم هر کدام دو بار کلیک کنید. کروماتوگرام‌ها با رنگ‌های مختلف ظاهر می‌شوند.

۱۷- برای پرینت گرفتن نتایج می‌توانید وارد گزینه print chromatogram/method شود و از نتایج حاصله گزارش تهیه کنید.

۱۸- در پایان آنالیز برنامه مناسب برای conditioning ستون دستگاه برای اطمینان از تمیزی ستون اعمال کنید.

۱۹- قبل از خاموش کردن با اعمال برنامه cooling باید دمای تمام قسمت‌های دستگاه را به حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد برسانید.

۲۰- دستگاه و مولد هیدروژن را خاموش کرده و کامپیوتر را shut down نمایید.

۲۱- در آخر شیر اصلی گازها را ببندید.

دستورالعمل کار با دستگاه گاز کروماتوگراف Agilent 7890A :

۱- مولد نیتروژن روشن شود (فشار گاز روی ۵ بار تنظیم شده است).

۲- ستون موئینه موردنظر در آون دستگاه نصب شود.

➤ طریقه بستن ستون:

■ یک سر ستون به اینلت بسته می‌شود. اینلت عقبی Split/Splitless و اینلت جلوئی MMI است. برای

بستن ستون به اینلت عقبی، ابتدا نات و فرول مناسب را وارد ستون کرده و برای حذف آلودگی

گرافیتی ستون در اثر رد شدن فرول، سر ستون را با کاتر مناسب برش داده و به‌اندازه ۰/۴-۰/۶



سانتی‌متر علامت زده بعد ستون سر اینلت مربوطه بسته می‌شود. فاصله سر ستون تا اینلت جلویی ۱۰-۱۲ میلی‌متر است. اگر ستون از اینلتی باز شده و به اینلت دیگری متصل شد، باید با یک فرول مسدود^۱ سر اینلت قبلی بسته شود تا آلودگی وارد اینلت نشود.

■ سر دیگر ستون به دتکتور متصل می‌شود. قبل از بستن ستون به دتکتور باید مطمئن شد فلوی گاز حامل در ستون جریان دارد. دستگاه را روشن نموده، فلوی ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه را ست کرده و خروجی فلو از ستون با قرار دادن ستون در بشر حاوی متانول چک شود.

برای بستن ستون به دتکتور ECD، نات و فرول را وارد کرده، سر ستون را کمی بریده، ستون را وارد محفظه دتکتور کرده و آرام به سمت بالا حرکت داده تا سر ستون به مانعی آرام برخورد کند. روی ستون علامت زده و سپس ۱-۲ میلی‌متر به سمت پایین کشیده شود و نات با آچار فاصله بسته شود. فاصله سر ستون تا دتکتور FID، ۶/۸-۷ سانتی‌متر باید باشد.

۳- کامپیوتر دستگاه روشن شود.

۴- کلید power دستگاه زده شود.

۵- روی نرم‌افزار دستگاه (Chemstation) دوبار کلیک شود.

۶- روی نرم‌افزار دو مد آنالیز و آفلاین داریم. برای کار با دستگاه و گرفتن سیگنال با مد آنالیز کار شود و پس از آنالیز و هنگام بررسی نتایج با مد آفلاین کار شود.

۷- وقتی ارتباط بین دستگاه و نرم‌افزار برقرار شد، آیکون ریموت نرم‌افزار روشن می‌شود.

۸- برای تعیین نوع تزریق خودکار یا دستی:

Instrument/ Select injection source

۹- باید از نظر سخت‌افزاری، نوع دتکتوری که ستون به آن متصل است، مشخص شود.

Instrument/ Edit Agilent 7890A parameters/ Configuration/ Column

۱۰- اگر با دتکتور FID کار می‌شود، بهتر است برای دتکتور ECD فلویی تعریف شود تا Ni- 63 دتکتور در اثر حرارت آسیب نبیند.

۱۱- فیلتر زغالی برای خروجی اینلت و برای جذب گازهای خروجی است. با هر اینلتی که کار می‌شود، روی خروجی همان اینلت باید فیلتر بسته شود.

¹ No hole ferrule



۱۲- باید متدی متناسب با نوع آنالیت برای دستگاه تعریف شود. برای این منظور:

Method and run control/ Instrument/ Edit Agilent 7890A parameters

۱۳- قبل از تزریق نمونه باید به run اسم داده شود. برای این کار:

Run control/ Sample information

پسوند D مربوط به داده‌ها و پسوند M مربوط به متدی است که آنالیز با آن انجام می‌شود.

۱۴- پس از اتمام آنالیز برای بررسی نتایج و تحلیل داده‌ها سراغ مد آفلاین نرم‌افزار رفته، کروماتوگرام موردنظر را باز کرده و انتگرال‌گیری، تعیین سطح زیر منحنی و ... را انجام داده و اطلاعات موردنظر استخراج گردد.

۱۴- دو مولد هوا داریم. خروجی مولد هوای معمولی وارد مولد هوای خشک می‌شود تا هوا با خلوص بالا تولید شود. برای خاموش کردن مولد هوای خشک، مولد هوای معمولی باید روشن باشد. کلید خاموش کردن مولد هوای خشک را زده، اتصال خروجی هوا را باز کرده و اجازه داده گاز به مدت ۲ ساعت از آن رد شود تا کاتالیزست داخلش خنک شود، درنهایت مولد هوای معمولی را خاموش کرده و اتصال مربوطه بسته شود.

۱۵- برای خاموش کردن دستگاه ابتدا دمای محفظه تزریق، دتکتور و آون را تا حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد پایین آورده و سپس دستگاه و کامپیوتر را خاموش کرده و در آخر مولدهای تولید گاز خاموش شوند.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی دستگاه گاز کروماتوگرافی:

➤ به دلیل ایمن بودن دستگاه و پوشش لازم پریزها و ابزارهای متصل، نکته امنیتی خاصی مدنظر نیست.

➤ خروجی دتکتور ECD به وسیله شیلنگ مناسب به فضای بیرون از آزمایشگاه منتقل شده است.

➤ برای سرویس دتکتور ECD باید تمهیدات لازم جهت محفوظ ماندن از تشعشع ماده رادیواکتیو

Ni-63 را رعایت نمود.



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی

➤ باقیمانده حلال مخصوص شستشوی سرنگ و ظروف نمونه، در ویال‌های مناسب در دار ریخته شوند.

➤ سیلندرهای گاز حامل باید در محل مناسب توسط زنجیر مهار شوند.

➤ خروجی شیر سیلندر باید به صورت مداوم از لحاظ نشر گاز چک شود.



دستگاه کروماتوگراف گازی-طیف سنج جرمی:

(GC-MS: Gas Chromatograph-Mass Spectrometer)

شرکت سازنده: Varian (آمریکا)

مدل کروماتوگراف گازی: CP- 3800، اسپکترومتر جرمی: Saturn 2200

اساس کار:

اساس جداسازی در دستگاه GC-MS دقیقاً همانند دستگاه GC است که در آن ترکیبات بر اساس اختلاف فشار بخار و اختلاف برهمکنش با فاز ساکن موجود در ستون از یکدیگر جداسازی می‌شوند. تفاوت در نوع آشکارساز است: در دستگاه GC-MS، آشکارساز یک دستگاه اسپکترومتر جرمی است که ترکیبات گازی خارج شده از ستون کروماتوگراف، در آن یونیزه شده و سپس یون‌های تولید شده بر اساس نسبت جرم به بار خود جدا می‌شوند و هر یون سیگنال مربوطه را ایجاد می‌کند. نوع یون‌های تولید شده مختص نوع ترکیبی است که یونیزه می‌شود، لذا دستگاه GC-MS می‌تواند علاوه بر اندازه‌گیری سیگنال هر ترکیب، شناسایی ترکیب را نیز انجام دهد.

قابلیت‌ها:

تمامی قابلیت‌های دستگاه کروماتوگراف گازی را دارا است به‌اضافه اینکه شناسایی و تعیین ساختمان مولکولی ترکیبات آلی را نیز انجام می‌دهد.

مورداندازه‌گیری:

غلظت و ساختار شیمیایی ترکیبات آلی

واحد اندازه‌گیری:

ppm، ppb و ...

حد تشخیص:

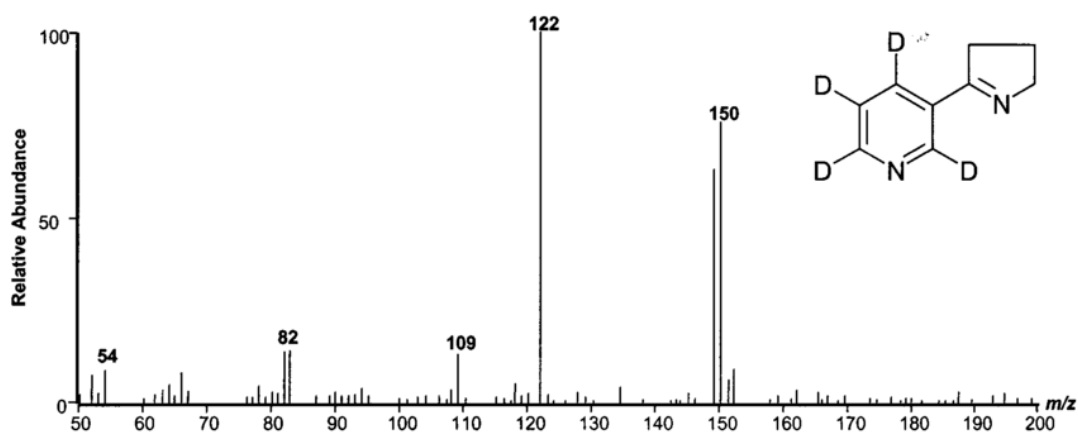
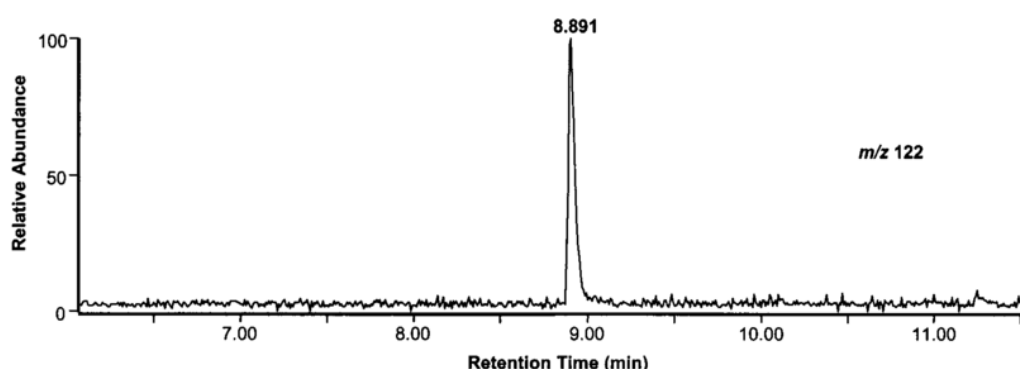
بسته به نوع ترکیبات در گستره قسمت در میلیون (ppm) تا قسمت در بیلیون (ppb)



محدودیت‌ها:

- نمونه‌های محلول تزریق شده حتماً باید در حلال آلی حل شوند. لذا برای اندازه‌گیری ترکیبات در نمونه‌های آب و خاک، استخراج ترکیبات در حلال آلی مناسب ضروری است.
- ترکیبات مورد اندازه‌گیری باید از لحاظ حرارتی پایدار بوده و همچنین نقطه جوش زیر ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد داشته باشند.

شکل ۱۱ نمودارهای خروجی این دستگاه را نشان



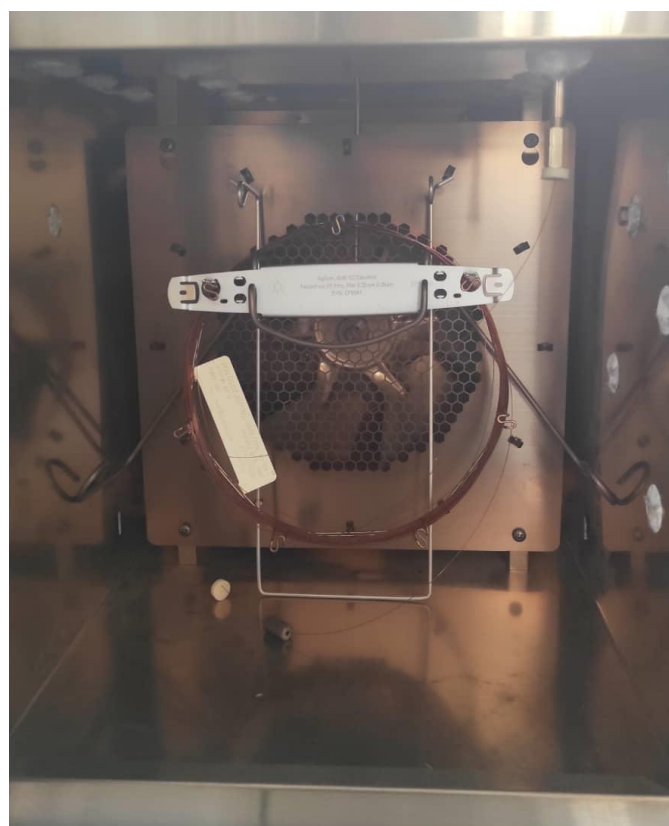
می‌دهد.

شکل ۱۵- کروماتوگرام ماده استاندارد myosmine (بالایی) و اسپکتروم جرمی ماده همراه با نتیجه جستجوی کتابخانه‌ای آن (پایینی)

در شکل ۱۶ دستگاه گاز کروماتوگراف گازی-طیف سنج جرمی مشاهده می‌شود:



شکل ۱۶- دستگاه گاز کروماتوگراف گازی-طیف سنج جرمی



شکل ۱۷- ستون موئینه نصب شده در آون دستگاه



شکل ۱۸- محلول کالیبره مخصوص GC-MS

دستورالعمل کار با دستگاه کروماتوگراف گازی-طیف سنج جرمی:

- ۱- کامپیوتر را روشن نمایید.
- ۲- شیر اصلی سیلندر هلیوم را باز کنید.
- ۳- دکمه power روی دستگاه GC و Mass را فشار دهید.
- ۴- روی صفحه کامپیوتر نرم افزار Star را باز کنید.
- ۵- منتظر شوید تا ارتباط بین دستگاه و کامپیوتر برقرار شده و آیکون GC به رنگ مشکی درآید.
- ۶- از آیکون windows مدل ۲۰۰۰ را انتخاب کرده و وارد قسمت Mass شوید. در این قسمت باید سرعت پمپ به ۱۰۰٪ برسد.
- ۷- گزینه auto tune را انتخاب کنید
- ۸- گزینه air/water check را انتخاب کرده و پس از پاس شدن این قسمت، سراغ چک کردن سایر قسمت‌ها (Electron Multiplier Tune, FC-43 Mass Calibration, Trap Function) بروید.
- ۹- پس از tune کردن دستگاه در صفحه mass وارد temperature شده و دماهای Trap, Manifold, Xferline را تعریف کنید.



- ۱۰- در نوار ابزار بالای صفحه روی گزینه create/open a method کلیک کرده و با کلیک کردن روی قسمت GC موارد مورد نظر برای متد خود (از جمله برنامه دمایی آون و فلوی گازودمای محل تزریق) و در قسمت MS Method Edition مراحل مختلف Ion Preparation, Ionization mode را اعمال کنید.
- ۱۱- از نوار ابزار بالای صفحه گزینه active a method را انتخاب کرده و متد مورد نظر را فراخوانید.
- ۱۲- وارد گزینه acquisition شوید.
- ۱۳- منتظر بمانید تا مشخصات مورد نظر در برنامه مانند دماها و فلوی گاز روی دستگاه اعمال شود.
- ۱۴- روی آیکون inject کلیک کرده و مسیر ذخیره و نام نمونه مورد نظر را وارد کنید.
- ۱۵- وقتی پارامترهای تنظیم شده با مقادیر واقعی یکی شدند کلید ready روی دستگاه به رنگ سبز درمی‌آید.
- ۱۶- مقدار مورد نظر (معمولاً 1µl) از نمونه مورد نظر را با کمک سرنگ مخصوص GC به دستگاه تزریق کنید.
- ۱۷- بعد از اتمام run می‌توانید وارد آیکون view/edit program شده و روی کروماتوگرام به دست آمده کار کنید (انترگرال گیری و ثبت اسم پیک‌ها و زمان بازداری و...)
- ۱۸- برای شناسایی پیک‌ها با کلیک کردن روی هر پیک شکست مولکولی آن پیک در پنجره بالایی نمایان می‌شود گزینه NIST Search را انتخاب کرده و پیک مورد نظر را شناسایی کنید.
- ۱۹- برای پرینت گرفتن نتایج می‌توانید وارد گزینه print chromatogram/method شود و از نتایج حاصله گزارش تهیه کنید.
- ۲۰- در پایان آنالیز برنامه مناسب برای conditioning ستون دستگاه برای اطمینان از تمیزی ستون اعمال کنید.
- ۲۱- قبل از خاموش کردن با اعمال برنامه cooling باید دمای تمام قسمت‌های دستگاه را به حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت پمپ را به ۶۶٪ برسانید.
- ۲۲- دستگاه‌های GC, Mass و مولد هیدروژن را خاموش کرده و کامپیوتر را shut down نمایید.
- ۲۳- در آخر شیر اصلی گاز هلیوم را ببندید.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی دستگاه کروماتوگراف گازی-طیف سنج جرمی:

➤ پوشش پریشها و ابزارهای متصل، ایمن است.



- برای جلوگیری از آسیب به توربو پمپ دستگاه، هنگام کار با دستگاه از استبلایزر جریان برق استفاده شود.
- ذرات و بخارهای خروجی پمپ به کمک شیلنگ مناسب به فضای بیرون آزمایشگاه هدایت شود.
- باقیمانده حلال مخصوص شستشوی سرنگ و ظروف نمونه، در ویال‌های مناسب دردار ریخته شوند.
- سیلندر گاز حامل باید در محل مناسب توسط زنجیر مهار شود.
- خروجی شیر سیلندر باید به صورت مداوم از لحاظ نشت گاز چک شود.



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی

دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا:

(HPLC: High Performance Liquid Chromatography)

شرکت سازنده: Shimadzu (ژاپن)

مدل: LC-10AD VP

اساس کار:

ترکیبات آلی حل شده در حلال آبی یا آلی توسط جریانی از فاز متحرک که درواقع یک یا مخلوطی از چند حلال است از ستونی که با ذرات فاز ساکن پر شده است عبور داده می شود. در اثر اختلاف برهم کنش ترکیبات موجود در نمونه با فاز متحرک و فاز ساکن، جداسازی آن ها انجام می گیرد و ترکیبات با تأخیر زمانی نسبت به یکدیگر از ستون خارج شده و توسط آشکارسازی که به انتهای ستون متصل است اندازه گیری می شوند.

قابلیت ها:

- جداسازی و اندازه گیری ترکیبات آلی با فراریت کم و ناپایدار حرارتی نظیر برخی از داروها
- جداسازی و اندازه گیری ترکیبات زیستی نظیر پروتئین ها، کربوهیدرات ها و ویتامین ها.
- تعیین توزیع جرم مولکولی پلیمرها
- اندازه گیری باقیمانده سموم در مواد غذایی
- اندازه گیری داروها و تعیین درجه خلوص داروها
- اندازه گیری آلاینده ها در آب، خاک و نمونه های زیست محیطی

مورد اندازه گیری: غلظت

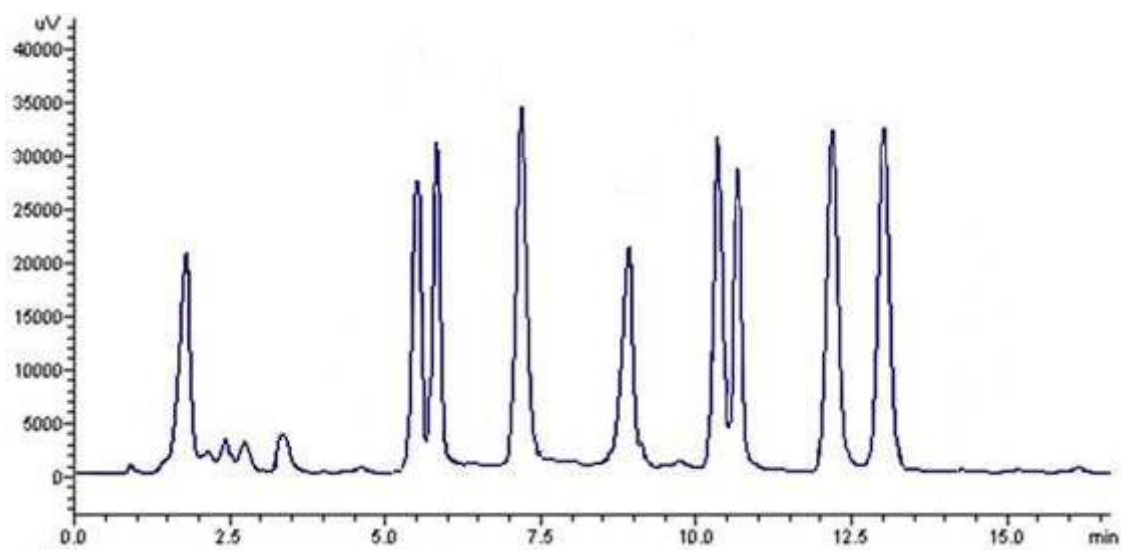
واحد اندازه گیری: ppm, ppb و ...

حد تشخیص: بسته به نوع ترکیبات در گستره قسمت در میلیون (ppm) تا قسمت در بیلیون (ppb)

محدودیت ها: نمونه باید قابلیت انحلال کامل در فاز متحرک را داشته باشد.



- شکل ۱۹ نمودار خروجی این دستگاه (کروماتوگرام) را نشان می‌دهد:



شکل ۱۹- کروماتوگرام دستگاه HPLC

- در شکل ۲۰ دستگاه کروماتوگرافی مایع مشاهده می‌شود:



شکل ۲۰- دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی



شکل ۲۱- دتکتورهای دستگاه HPLC



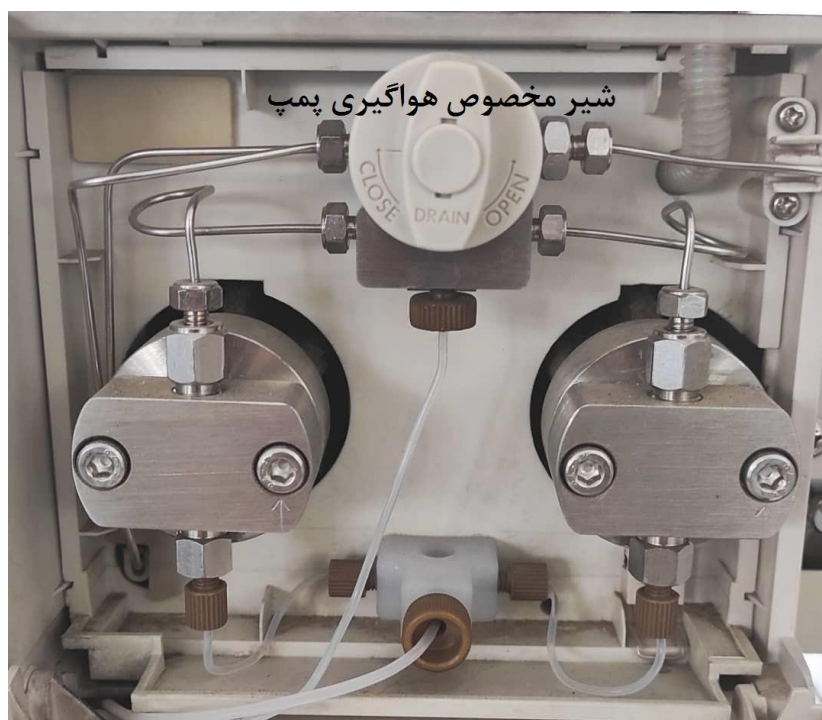
شکل ۲۲- محل تزریق نمونه و کنترل گر دستگاه



شکل ۲۳- لوپ تزریق نمونه



شکل ۲۴- ستون نصب شده در آون دستگاه HPLC



شکل ۲۵- پمپ دو پیستونه دستگاه HPLC



شکل ۲۶- همزن و محفظه گاززدای دستگاه HPLC

دستورالعمل کار با دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا:

۱- کامپیوتر را روشن نمایید.

۲- دکمه power روی oven pump, degasser (در صورت نیاز به دما), System controller و دتکتور موردنیاز را فشار دهید.

۳- روی صفحه کامپیوتر نرم‌افزار Class-VP را باز کنید. روی پنجره باز شده Instrument را انتخاب کرده و وارد صفحه اصلی شوید.



۴- بالای صفحه: File/configure را انتخاب نموده و در قسمت چپ پنجره باز شده سیستم مورد نیاز را highlight کرده و با فلش سبز رنگ به قسمت راست منتقل نمایید (برای راحتی کار فقط double click کنید). در نهایت ok نموده و خارج شوید.

۵- برای نوشتن متد: Instrument setup / Method

در صفحه مربوط به پمپ فلو مورد نیاز، در صفحه دتکتور طول موج و run time، در صفحه solenoid valve انتخاب ولو A,B,C یا D و در نهایت در صفحه Time program در صورت کار کردن در مد Gradient برنامه لازم را وارد کنید.

۶- در صورتی که می‌خواهید در مد LPG کار کنید در صفحه پمپ مد Low Pressure Gradient را انتخاب کنید.

۷- بعد از نوشتن متد از پایین صفحه apply و سپس download کنید و در پایان از آیکون بالا سمت چپ متد مربوطه را save کنید.

۸- سیستم را در صورت لزوم هواگیری کنید تا نوسانات فشار و حباب‌های داخل مسیرها از بین برود.

۹- برای گرفتن baseline، از نوار بالای صفحه آیکون به شکل کروماتوگرام به نام preview را فشار دهید و اجازه دهید سیستم به حالت stable و نوسانات به کمترین مقدار برسند.

۱۰- سپس آیکون single run را انتخاب کرده و اطلاعات را به صورت زیر وارد کنید:

- Sample ID: نام مربوط به نمونه
- Data path: مسیری که می‌خواهید داده‌ها در آن ذخیره گردند.
- Data file: هر چه که در sample ID وارد نموده‌اید.
- در نهایت start کنید.

۱۱- دکمه act روی system controller را فشار دهید تا برنامه نوشته شده روی سیستم HPLC اعمال گردد.

۱۲- بعد از اتمام کار ستون را با آب و یک حلال آلی حداقل ۱۵ دقیقه شستشو دهید و در آخر آن را با ۱۰۰٪ فاز آلی (متانول یا استونیتریل) شستشو دهید.



۱۳- در صورتی که فاز متحرک مصرفی شما حاوی بافر است شستشوی اولیه شما باید با آب و یا درصد بالایی آب باشد. استفاده از استونیتریل بعد از بافر باعث تشکیل رسوب و در نهایت گرفتگی ستون خواهد شد.

۱۴- در آخر تک تک دستگاه‌ها را خاموش نموده و از نرم‌افزار خارج شوید.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا:

- پوشش پریزها و ابزارهای متصل، ایمن است.
- هنگام استفاده از حلال‌هایی مانند استونیتریل و متانول به عنوان فاز متحرک دستگاه، نکات ایمنی از لحاظ عدم استنشاق بخارهای سمی حلال‌ها و عدم تماس با پوست دست رعایت شود.
- حلال‌های waste در ظروف تیره جمع‌آوری شده و درب آن پس از استفاده محکم بسته شود و در جای خنک نگهداری شوند.



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی

طیف‌سنج جذب مولکولی مادون قرمز - تبدیل فوریه

FT-IR: Fourier Transform Infrared Spectrometer))

شرکت سازنده: BRUKER (آلمان)

مدل: TENSOR 27

اساس کار:

در اثر برخورد نمونه با تابش الکترومغناطیس با فرکانس در محدوده زیر قرمز، برخی از این فرکانس‌ها جذب مولکول‌های موجود در نمونه می‌شود. فرکانس (یا طول موج) جذب‌شده در مولکول تابعی از نوع پیوندهای موجود در این مولکول است به گونه‌ای که هر پیوند موجود در مولکول، محدوده فرکانس به خصوصی را جذب می‌کند. بر همین اساس می‌توان به نوع پیوندهای موجود در مولکول پی برد و از این طریق به شناسایی مولکول پرداخت. از طرفی میزان جذب نیز وابسته به غلظت ترکیب جاذب است.

قابلیت‌ها:

شناسایی ترکیبات در نمونه‌های جامد، مایع

مورداندازه‌گیری:

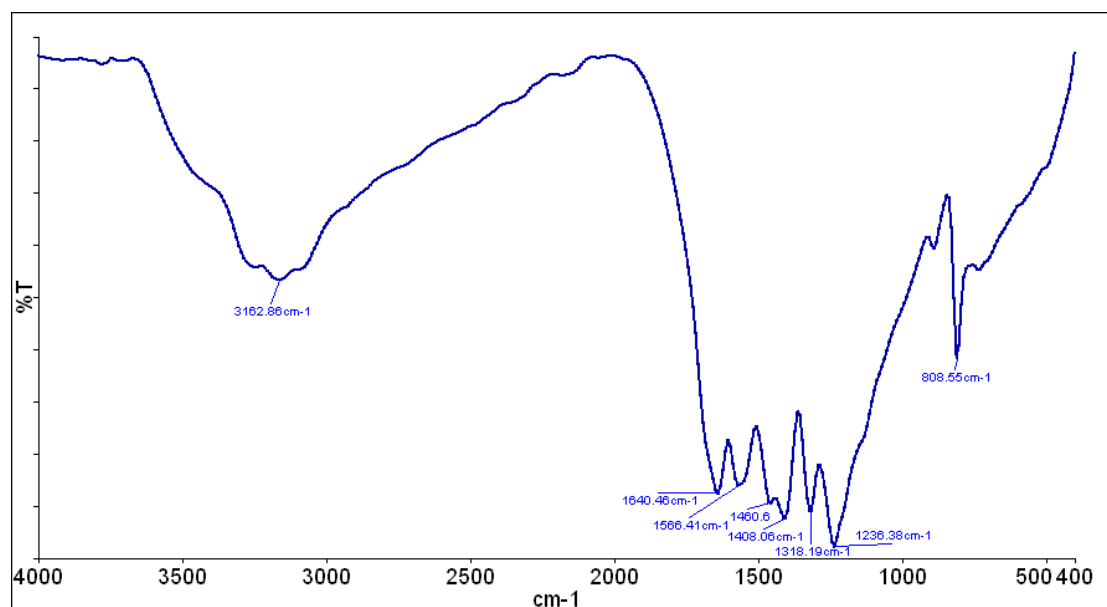
درصد عبور یا جذب تابش بر حسب فرکانس

محدودیت‌ها:

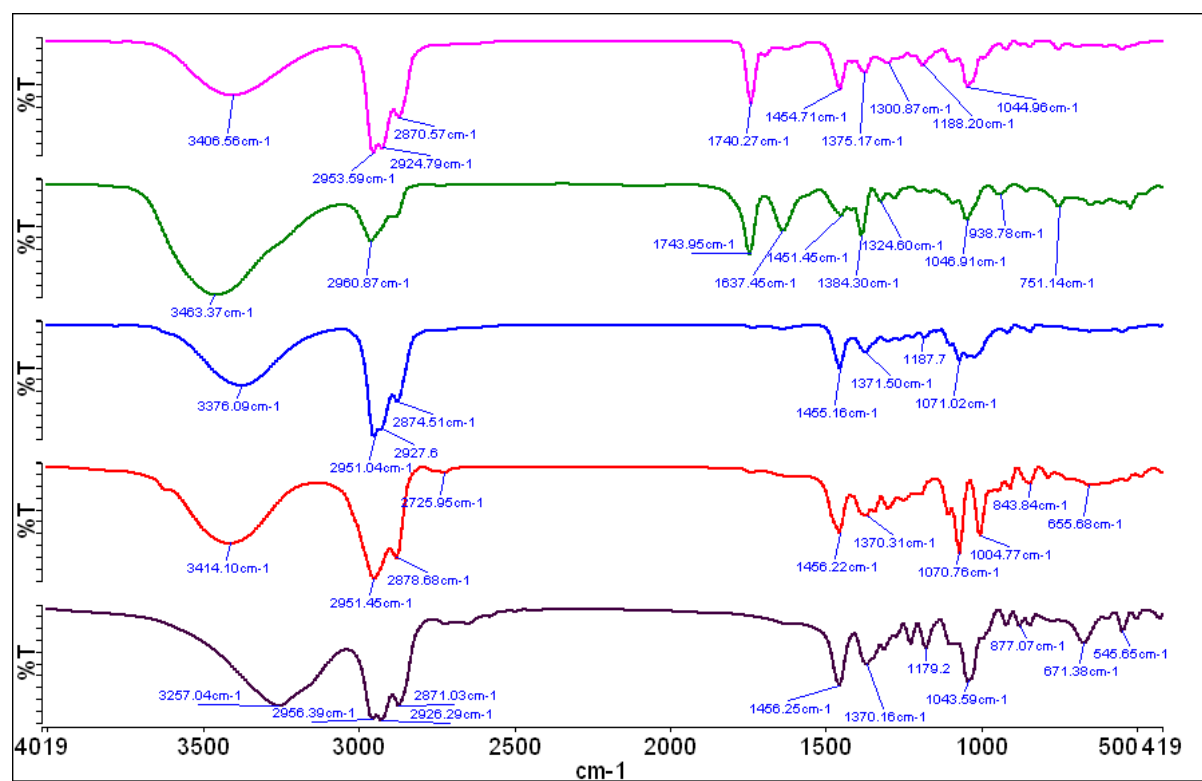
نمونه باید در محدوده فرکانس زیر قرمز جذب داشته باشد.

نمونه‌های جامد باید قابلیت پودر شدن در حد میکرومتر را داشته و همچنین بتوان آن‌ها را تحت فشار با پودر پتاسیم برمید به صورت قرص شفاف تبدیل کرد.

شکل‌های ۲۳ و ۲۴ نمودارهای خروجی این دستگاه را نشان می‌دهند:



شکل ۲۷- نمودار خروجی دستگاه FT-IR



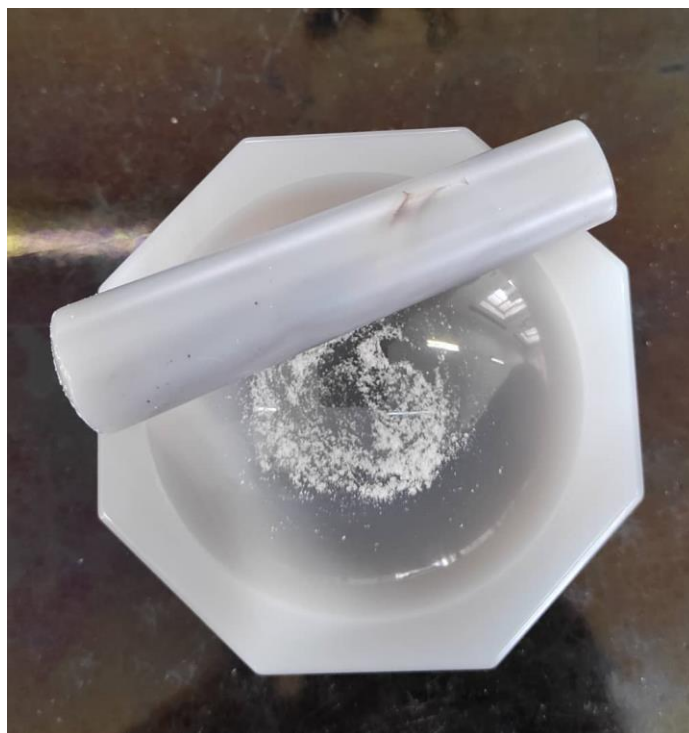
شکل ۲۸- نمودار چند طیف زیر هم قرار گرفته دستگاه FT-IR



شکل‌های ۲۹ تا ۳۵ مربوط به دستگاه FT-IR می‌باشند:



شکل ۲۹- دستگاه FT-IR



شکل ۳۰- پودر نمونه همراه برمید پتاسیم در هاون عقیق



شکل ۳۱- سیلندر مخصوص پرس کردن مخلوط



شکل ۳۲- پرس کردن نمونه تا فشار ۱۰ تن با پرس هیدرولیک



شکل ۳۳- بیرون آوردن قرص از سیلندر با استفاده از استوانه توخالی و ایجاد خلأ



شکل ۳۴- نمونه‌ای از قرص تهیه شده



شکل ۳۵- محل قرار گرفتن نمونه داخل دستگاه FT-IR

دستورالعمل کار با دستگاه طیف‌سنج جذب مولکولی مادون قرمز- تبدیل فوریه:

۱- کامپیوتر را روشن نمایید.

۲- دستگاه را روشن نمایید.

۳- روی صفحه کامپیوتر وارد نرم‌افزار Spectrum شوید.

۴- در نوار ابزار بالای صفحه روی background کلیک کنید تا از شاهد (معمولاً هوا) طیف گرفته شود.

۵- از مخلوط نمونه جامد و برومید پتاسیم اسپکتروسکوپی گرید به کمک پرس هیدرولیک قرص تهیه شود. برای این کار نمونه و برومید پتاسیم با نسبت ۱ از نمونه و ۵۰ الی ۱۰۰ از برومید پتاسیم در هاون چینی مخلوط و سابیده شده تا پودر بسیار ریز یکنواختی به دست آید (شکل ۳۰). سپس پودر را در قالب مخصوص ریخته (شکل ۳۱) و در پرس قرار داده و تحت فشار ۱۰ تن فشرده کرده (شکل ۳۲) و به قرص تبدیل کنید (شکل ۳۴).



۶- قرص نمونه را در محل مخصوص خود قرار داده (شکل ۳۵) و روی scan کلیک کنید تا طیف نمونه گرفته شود (دستگاه به‌طور خودکار طیف شاهد را از طیف نمونه کم می‌کند).

۷- پس از گرفتن طیف نمونه لازم است تعدادی اصلاحات نرم‌افزاری روی اسپکتروم انجام شود. برای این منظور وارد گزینه Process شوید:

Base line correction

با این کار ابتدا و انتهای پیک‌ها در یک خط قرار می‌گیرند.

Smooth

با این کار نویز پیک‌ها تا جایی که تعریف می‌کنیم گرفته می‌شود.

Normalization

با نرمالایز کردن شدت پیک‌ها در محدوده مشخص تعریف‌شده قرار می‌گیرند.

در گزینه view موارد ذیل را می‌توان تعریف کرد:

Add text

Vertical cursor

عدد موجی موردنظر را در نقطه مشخص‌شده در طیف می‌آورد.

Horizontal cursor

درصد عبور را در نقطه مشخص‌شده می‌آورد.

Label peaks

عدد موجی پیک‌ها را در اسپکتروم مشخص می‌کند.

Overlay/Split

چند پیک را برای مقایسه روی هم یا به تفکیک زیر هم می‌اندازد.



۸- وارد گزینه Setup/Instrument شده و موارد ذیل را در این قسمت تعریف کنید:

Start (Cm^{-1})

End (Cm^{-1})

Resolution (Cm^{-1})

سلامت، ایمنی و محیط زیستی طیف‌سنج جذب مولکولی مادون قرمز- تبدیل فوریه:

- به دلیل ایمن بودن دستگاه و پوشش پریزها و ابزارهای متصل، نکته امنیتی خاصی مدنظر نیست.
- دستگاه به دلیل بسته بودن محفظهٔ منبع تابش، آلودگی تشعشعی ندارد.
- نظافت عمومی دستگاه شامل گردگیری با گاز آغشته به الکل ۷۰ درصد به صورت ماهانه انجام پذیرد.
- اسپکتروفتومتر باید در محل خشک و دور از نور مستقیم آفتاب قرار گیرد.
- کیسه سلیکاژل داخل محفظه نمونه را هفته‌ای یکبار در آون دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد احیا نموده و مجدد استفاده کنید.



طیف‌سنج جذب مولکولی مرئی -فرابنفش (UV-VIS: Ultraviolet-Visible Spectrometer)

شرکت سازنده: SHIMADZU (ژاپن)

مدل:

اساس کار:

در اثر برخورد نمونه با تابش الکترومغناطیس با طول موج‌های در گستره مرئی و فرابنفش، برخی از طول‌موج‌ها جذب مولکول‌های موجود در نمونه می‌شوند. طول‌موج جذب‌شده در مولکول تابعی از نوع پیوندهای موجود در این مولکول است به‌گونه‌ای که هر پیوند موجود در مولکول، محدوده طول‌موج به‌خصوصی را جذب می‌کند و میزان جذب هم وابسته به غلظت ترکیب جاذب است.

قابلیت‌ها:

- اندازه‌گیری ترکیبات آلی و معدنی در نمونه‌های آب و خاک
- اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب آشامیدنی

مورداندازه‌گیری: غلظت

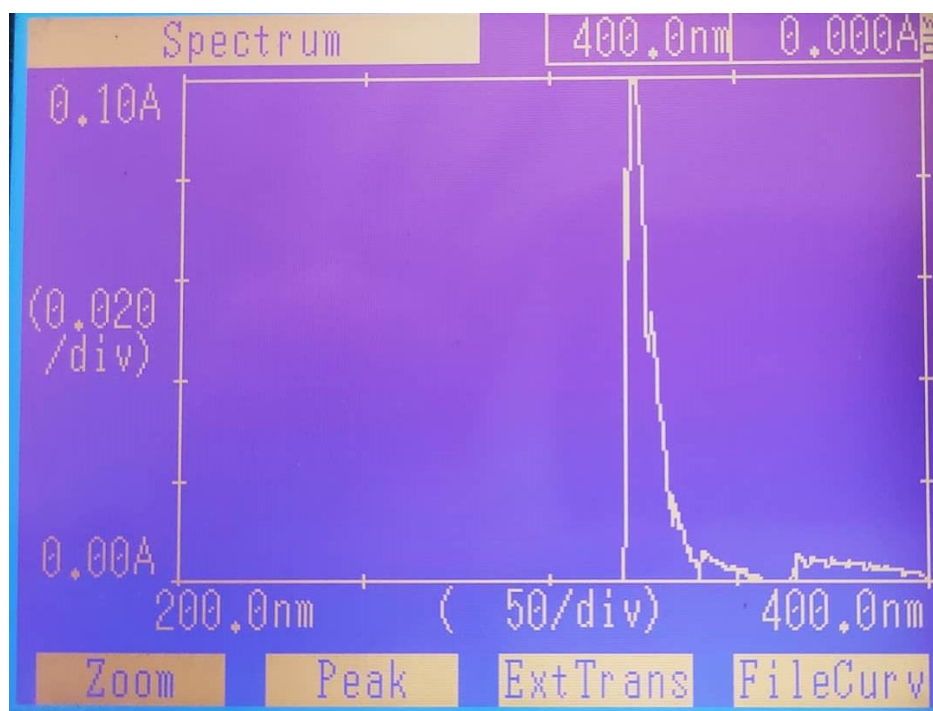
واحد اندازه‌گیری: ppm، مولار و ...

حد تشخیص: بسته به نوع ترکیبات در گستره قسمت در میلیون (ppm) تا قسمت در بیلیون (ppb)

محدودیت‌ها:

- نمونه باید در ناحیه مرئی و فرابنفش جذب داشته باشد.

شکل ۳۶ نمودار خروجی دستگاه اسپکتروفتومتر را نشان می‌دهد:



شکل ۳۶- طیف گرفته شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر

شکل ۳۷ نمای کامل دستگاه را نشان می‌دهد:



شکل ۳۷- دستگاه اسپکتروفتومتر



شکل ۳۸- محل قرار گرفتن کووت حاوی نمونه / استاندارد

دستورالعمل کار با دستگاه اسپکتروفتومتری:

- ۱- با کلید ON دستگاه روشن شود.
 - ۲- حدود ۱۵ دقیقه صبر کرده تا دستگاه initialize شده و لامپ دوتریوم آن گرم شود.
 - ۳- وارد منوی اصلی (mode menu) شوید.
- دو قسمت دارد:

1. Photometric
2. Spectrum

۳-۱- در مد فتومتریک با وارد کردن طول موج ماکزیمم عنصر مورد اندازه گیری^۱ می توان میزان جذب/عبور نور را به دست آورد. بدین ترتیب که طول موج ماکزیمم را وارد کرده، دکمه start را زده ABS/%T خوانده شود.

۳-۲- در مد اسپکتروم تنظیمات زیر وارد شوند:

1. Meas.mode: ABS/ %T
2. λ range: 800nm ~ 200 nm
3. Rec.range: 0.00A~ 3.00A

^۱ $\lambda_{\max}$



4. Scan speed: Fast/ Medium/ Slow/ Very slow

- ۴- سپس داخل سل (کووت) کوارتز، محلول شاهد را ریخته و داخل جایگاه مخصوص سل قرار دهید. با فشردن دکمه F_1 تصحیح زمینه توسط شاهد انجام شود.
- ۹- نمونه مجهول را در سل ریخته، مقابل منبع تابش قرار داده و عدد جذب آن خوانده شود.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی دستگاه اسپکتروفتومتر:

- این دستگاه کلیه نکات مرتبط با سلامت، ایمنی و محیط زیست را دارا است.
- به دلیل ایمن بودن دستگاه و پوشش پریشا و ابزارهای متصل، نکته امنیتی خاصی مدنظر نیست.
- دستگاه به دلیل بسته بودن محفظه منبع تابش، آلودگی تشعشعی ندارد.
- نظافت عمومی دستگاه شامل گردگیری با گاز آغشته به الکل ۷۰ درصد به صورت ماهانه انجام پذیرد.
- اسپکتروفتومتر باید در محل خشک دور از نور مستقیم آفتاب قرار گیرد و پس از اتمام کار با آن دستگاه را خاموش نموده و روکش آن را روی آن قرار دهید.



پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده مهندسی شیمی

ترازوی دیجیتال (با دقت ۴ رقم)

از این وسیله، برای وزن کردن نمونه‌هایی که نیاز به دقت ده‌هزارم گرم دارند استفاده می‌شود.

شکل ۳۵ ترازوی شیمیایی ۴ رقم اعشار را نشان می‌دهد:





شکل ۳۹- ترازوی ۴ رقم اعشار

طرز کار با ترازو

- ۱- پیچ پایه‌های ترازو طوری تنظیم شود که ترازو در حالت تعادل قرار بگیرد.
- ۲- ترازو با فشردن دکمه on/off روشن شود.
- ۳- با فشردن دکمه call می‌توان ترازو را کالیبره نمود. برای این کار باید زمان داد تا دستگاه کالیبره شده و در حالت ready قرار بگیرد.
- ۴- ترازو روی ۰,۰۰۰۰ گرم، با فشردن دکمه Tare تنظیم شود.
- ۵- یکی از سه در شیشه‌ای باز شود و نمونه روی کفه وسط قرار داده‌شده سپس درب شیشه‌ای بسته شود.
- ۶- بعد از ناپدید شدن نقطه کنار عدد ظاهرشده روی مانیتور، عدد وزن خوانده شود.
- ۷- نمونه از ترازو خارج‌شده و ترازو خاموش شود.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی ترازو

- به دلیل ساده بودن دستگاه و اتصال ساده آن به برق دستگاه ایمن است.
- لرزش ترازو باعث خرابی و به هم خوردن کالیبراسیون ترازوی آزمایشگاهی می‌گردد.
- توزین با وزن بیش‌ازحد تحمل ترازوی آزمایشگاهی موجب خرابی و به هم خوردن کالیبراسیون ترازوی دیجیتال می‌شود.
- آزاد کردن ناگهانی کفه ترازو دیجیتال موجب بروز اشکال ترازو می‌گردد.



- در صورت ریخته شدن مواد شیمیایی بر روی صفحه ترازو سریعاً نسبت به پاک کردن آن اقدام شود.
- جهت توزین از ظرف شیشه‌ای و یا کاغذی مخصوص توزین استفاده نمایید تا مواد شیمیایی به آن نچسبد بهتر از ظروف کوچک جهت توزین استفاده نمایید.
- بهتر است موادی که دارای رطوبت هستند قبل از توزین در $Oven (105-110^{\circ}C)$ خشک شده و در دسیکاتور قرار داده شوند و در شیشه مخصوص توزین وزن شوند.
- از ظروف پلاستیکی جهت توزین استفاده نکنید چراکه ایجاد الکتریسیته ساکن کرده و در ترازوی دیجیتال ایجاد اشکال می‌کند.
- جهت جلوگیری از خطای توزین در اثر رطوبت محل، بهتر است در یک کریستالیزور کوچک آزمایشگاهی مقداری سلیکاژل قرار داده شود و پس از جذب رطوبت، در آون $100^{\circ}C$ درجه احیا و مجدد استفاده گردد.

ترازوی دیجیتال (با دقت ۳ رقم اعشار)

این ترازو برای وزن کردن مواد شیمیایی و ابزاری که نیاز به دقت توزین تا ۳ رقم اعشار دارند استفاده می‌شود.

شکل ۴۰: ترازوی سه رقم اعشار را نشان می‌دهد:



شکل ۴۰: ترازوی ۳ رقم اعشار



طرز کار ترازوی سه رقم:

- ۱- پیچ پایه‌های ترازو طوری تنظیم شود که ترازو در حالت تعادل قرار بگیرد.
- ۲- ترازو با فشردن دکمه 1/0 روشن شود.
- ۳- ترازو روی ۰,۰۰۰ گرم، با فشردن دکمه Tare کالیبره شود.
- ۴- درپوش را برداشته و نمونه روی کفه^۱ وسط قرار داده شود.
- ۵- بعد از ثابت شدن عدد روی مونیتور، عدد وزن خوانده شود.
- ۶- نمونه از روی کفه برداشته‌شده، وزن یادداشت گردد و درنهایت ترازو خاموش شود.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی ترازوی سه رقم:

- به دلیل ساده بودن دستگاه و اتصال ساده آن به برق دستگاه ایمن است.
- لرزش ترازو باعث خرابی و به هم خوردن کالیبراسیون ترازوی آزمایشگاهی می‌گردد.
- توزین با وزن بیش‌ازحد تحمل ترازوی آزمایشگاهی موجب خرابی و به هم خوردن کالیبراسیون ترازوی دیجیتال می‌شود.
- آزاد کردن ناگهانی کفه^۱ ترازو دیجیتال موجب بروز اشکال ترازو می‌گردد.
- در صورت ریخته شدن مواد شیمیایی بر روی صفحه^۲ ترازو سریعاً نسبت به پاک کردن آن اقدام شود.
- جهت توزین از ظرف شیشه‌ای و یا کاغذی مخصوص توزین استفاده نمایید تا مواد شیمیایی به آن نچسبد بهتر از ظروف کوچک جهت توزین استفاده نمایید.
- بهتر است موادی که دارای رطوبت هستند قبل از توزین در (Oven 105-110°C) خشک شده و در دسیکاتور قرار داده شوند و در شیشه مخصوص توزین وزن شوند.
- از ظروف پلاستیکی جهت توزین استفاده نکنید چراکه ایجاد الکتریسیته ساکن کرده و در ترازوی دیجیتال ایجاد اشکال می‌کند.



آون

این دستگاه برای خشک کردن وسایل شیشه‌ای شسته شده، رسوب جمع‌آوری شده از نمونه، خشک کردن مواد شیمیایی جامد که احتمال جذب رطوبت هوا را دارند و موارد دیگر استفاده می‌شود. بسته به نوع کار، دمای آون تنظیم می‌شود.



شکل ۴۱- دستگاه آون



شکل ۴۲- نمای داخلی دستگاه آون

طرز کار آون:

کلید on/off دستگاه را روشن کرده، دکمه set را به سمت پایین نگاه دارید تا stop ظاهر شود. در این حالت با یکبار فشردن، روی حالت تایمر قرار می‌گیرد. حال با چرخاندن دکمه در جهت عقربه‌های ساعت و خلاف آن دما را تنظیم کنید. دوباره set را فشرده و زمان موردنظر را تنظیم کنید. در نهایت set را نگاه دارید تا start ظاهر شود. وقتی دمای آون به دمای تنظیم شده رسید، تایمر شروع به کار کرده و پس از اتمام زمان، دستگاه خاموش می‌شود.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی دستگاه آون:

- در مواردی که ماده شیمیایی پرخطری در آون خشک می‌شود از محفظه vent برای خروج بخارهای سمی استفاده شود.
- به‌طور ماهانه داخل آن تمیز گردد.
- هنگام نظافت دستگاه باید خاموش و خنک باشد.
- نظافت عمومی دستگاه شامل گردگیری با گاز آغشته به الکل ۷۰ درصد به‌صورت هفتگی انجام پذیرد.
- از ریختن هر نوع مایعات در داخل دستگاه خودداری نمایید و در صورتی که این اتفاق افتاد، بلافاصله دستگاه را از برق کشیده و با پارچه نخی مرطوب سینی‌ها و جداره‌ها را پاک نمایید.



- حتماً توجه داشته باشید که در هنگام کار با دستگاه درب آن بسته باشد.
- بهتر است پس از ضدعفونی کردن وسایل آزمایشگاهی مدتی صبر نمایید تا دمای وسایل کاهش یابد در صورتی که می‌خواهید وسایلی که هنوز داغ هستند را از آن خارج نمایید، حتماً از دستکش محافظ استفاده نمایید و هنگام انتقال وسایل، آن‌ها را در یک سینی گذاشته و جابجا نمایید.

هیتر استیرر

هیتر استیرر برای مخلوط کردن و گرم کردن محلول‌ها و همچنین برای طیف وسیعی از واکنش‌های شیمیایی مانند سنتز استفاده می‌شود.
در شکل ۳۹ دستگاه‌های هیتر استیرر نشان داده شده‌اند.



شکل ۴۳- هیتر استیررهای آزمایشگاه



طرز کار با هیتر استیرر:

ظرف حاوی نمونه را در مرکز صفحه دستگاه قرار داده، برای استفاده از همزن مغناطیس درون ظرف مگنت مناسب انداخته و سپس دما و دور همزن را تنظیم کنید.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی هیتر استیرر:

-حرارت صفحه پس از خاموش شدن دستگاه تا مدتی باقی می‌ماند. از تماس دست تا صفحه تا زمانی که کاملاً خنک نشده، اجتناب گردد.

-به دلیل وجود میدان مغناطیسی اطراف صفحه، از قرار دادن لوازم حساس جلوگیری شود.

-در موارد زیر از دستگاه استفاده نشود:

برای محیط‌های ناپایدار شیمیایی

برای هم زدن مواد محترقه با دمای احتراق پایین

-جهت جلوگیری از واژگون شدن ظرف، حداکثر قطر ظرف معادل قطر صفحه حرارت دهنده باشد.

در زمان استفاده، دستگاه تحت کنترل بوده و رها نشود.



حمام التراسونیک^۱:

از حمام التراسونیک در آزمایشگاه جهت حذف سریع و کامل آلاینده‌ها از اشیاء، دیسپرس کردن ذرات در محلول، حل کردن مؤثر مواد و ... می‌توان استفاده نمود.



شکل ۴۴- حمام التراسونیک



شکل ۴۵- محفظه داخلی حمام التراسونیک

¹ Ultrasonic Bath



طرز کار با حمام التراسونیک:

در تانک دستگاه تا خط نشان آب (ترجیحاً آب مقطر) ریخته، ظرف موردنظر را درون آن قرار داده و سپس دوشاخه را به برق زده و کلید on دستگاه را بزنید. روی نشانگر دستگاه، دما و زمان را ست نموده کلید استارت را بزنید. پس از سپری شدن زمان ست شده، دستگاه خاموش می‌شود. در پایان دوشاخه را از برق خارج نموده، آب تانک را خالی کرده و برای طول عمر بیشتر دستگاه و جلوگیری از ایجاد رسوب در بدنه، تانک را خشک نمایید.

سلامت، ایمنی و محیط زیستی حمام التراسونیک:

- هیچ‌گاه با دستان خیس یا مرطوب دوشاخه را در دست نگیرید.
- در هنگام پر یا خالی کردن دستگاه آن را از پریز برق جدا نمایید.
- تا حد امکان از تماس آب و یا مایعات با پنل کنترلی دستگاه جلوگیری کنید.
- در هنگام درآوردن اجسام مراقب باشید زیرا ممکن است مایع داخل آن داغ باشد.
- حمام التراسونیک را به‌صورت پیوسته بیش از ۶۰ دقیقه استفاده ننمایید زیرا ممکن است به قطعات داخلی آسیب برسد.
- هیچ‌گاه دستگاه را بدون وجود آب و مایعات در داخل آن استفاده نکنید.