

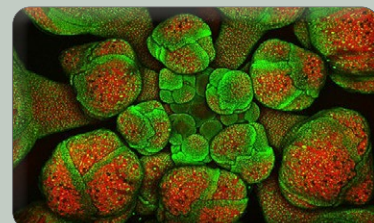
دانش آزمایشگاهی ایران

سال یازدهم ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۲ ■ شماره پیاپی ۴۱

ISSN 2538-3450



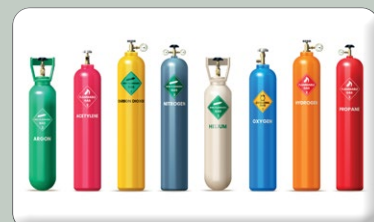
اندازه‌گیری آرسنیک در برنج با روش جذب اتمی تولید هیدرید



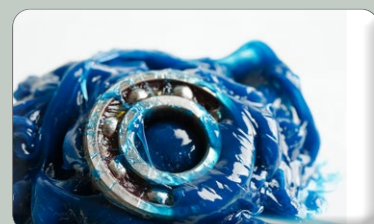
انواع نشانگرها در میکروسکوپ روبشی لیزری هم‌کانون (بخش اول)



بررسی اندازه‌گیری اجزاء آروماتیک، اولفین و غیراشباع در انواع سوخت به روش کروماتوگرافی گازی با ستون کاپیلاری ۱۰۰ متری و قدرت تفکیک بالا



نقش آزمایشگاه در کنترل کیفیت مخازن تحت فشار بدون درز (بخش دوم)



مروری بر مقاومت گریس در برابر آب

طیف‌سنجی جرمی زمان پرواز

توسعه شبکه‌سازی آزمایشگاهها

توسعه جریان دانش در شبکه آزمایشگاهی

نویسنده

ابراهیم آتش‌بزرگ^۱

*Ebrahimatashbozorg@gmail.com

بررسی اندازه‌گیری اجزاء آروماتیک، اولفین و غیراشباع در انواع سوخت به روش کروماتوگرافی گازی با ستون کاپیلاری ۱۰۰ متری و قدرت تفکیک بالا

چکیده

تعیین مقدار ترکیبات افزودنی اکسیژن‌دار مانند اتانول، متیل ترت بوتیل اتر^۲، اتیل ترت بوتیل اتر^۳ و همچنین ترکیبات آروماتیک مانند زایلن‌ها، بنزن و تولوئن در انواع سوخت موتور خودرو و سایر وسایل نقلیه برای کنترل کیفی و رعایت ملاحظات زیست محیطی بسیار مهم است. در این خصوص، استفاده از کروماتوگرافی گازی اهمیت بسیار زیادی دارد و اندازه‌گیری این ترکیبات فرار با این روش به سهولت انجام می‌شود. در زمینه روش استاندارد برای اندازه‌گیری ترکیبات ذکر شده در انواع سوخت با روش کروماتوگرافی گازی، از استاندارد ASTM D6729-20 استفاده می‌شود. کروماتوگرافی گازی یک روش تجزیه‌ای جداسازی برای ترکیبات فرار در فاز گازی است. در کروماتوگرافی گازی، اجزاء یک نمونه در یک حلال حل می‌شوند و برای جداسازی آنالیت، با توزیع نمونه بین دو فاز ثابت و متحرک تبخیر می‌شود. فاز متحرک یک گاز خنثی است که مولکول‌های آنالیت را در ستون گرم شده به حرکت در می‌آورد

واژه‌های کلیدی

کروماتوگرافی گازی، سوخت، هیدروکربن، آروماتیک، اولفین، جداسازی ترکیبات فرار، ETBE، MTBE، اکسیژنیت، گاز حامل.

کروماتوگرافی گازی یک روش فیزیکی برای جداسازی مخلوط‌های فرار است که از فاز متحرک برای برهم‌کنش با آنالیت استفاده نمی‌کند [۱]. کروماتوگرافی گازی برای تعیین اجزاء هیدروکربن به‌طور جداگانه در سوخت‌های موتور جرقه‌زن و مخلوط‌های آنها شامل مخلوط‌های اکسیژنیت^۱ (MTBE، ETBE، اتانول) با گستره نقطه جوش تا ۲۵۰°C به کار برده می‌شود. سایر مخلوط‌های هیدروکربن سبک مایع که بیشتر در کارهای تصفیه ترکیبات نفتی به کار می‌روند (به‌عنوان مثال، نفتاها، ریفورمیت‌ها، آلکیلات‌ها و غیره) نیز با استفاده از این روش قابل آنالیز هستند، هر چند داده‌های آماری فقط برای مخلوط سوخت موتورهای جرقه‌زن به‌دست آمده است. نتایج به‌دست آمده با این روش، گستره ۳۰ - ۰/۱ درصد جرمی را شامل می‌شود. همچنین با استفاده از این روش می‌توان مقدار متانول، اتانول، t-بوتانول، متیل ترت بوتیل اتر، اتیل ترت بوتیل اتر، ترت آمیل متیل اتر^۲ در سوخت موتورهای جرقه‌زن را در گستره ۱-۳۰ درصد جرمی اندازه‌گیری نمود. کاربرد ترکیب MTBE در سوخت بنزین، به‌عنوان افزایش دهنده درجه آرام‌سوزی موتور است. اگر چه بیشتر هیدروکربن‌های موجود در سوخت به‌صورت جداگانه مشخص شده‌اند، اما بعضی ترکیبات نیز وجود دارند که زمان شویبش آنها با این ترکیبات یکسان است. در صورتی که این روش آزمون برای تخمین ترکیب گروه هیدروکربنی بالک^۳ (پونا^۴) به کار برده شود، کاربر باید احتیاط کند که بعضی خطاها به دلیل هم‌شویی^۵ و عدم شناسایی همه اجزاء موجود ممکن است رخ دهند. نمونه‌هایی که دارای مقادیر زیاد ترکیبات اولفینی یا نفتنی (مانند نفتاها) و یا هر دو، که شامل اجزای بالاتر از n-اکتان هستند، می‌توانند خطای قابل توجهی در گروه‌بندی آزمون پونا ایجاد کنند. برای نمونه‌های گازوییل در یک مطالعه بین آزمایشگاهی، این روش برای نمونه‌های حاوی کمتر از ۲۵ درصد جرمی اولفین قابل استفاده است. با این وجود، برخی هم‌شویی‌های تداخل‌کننده در مورد اولفین‌های بالاتر از ۷°C وجود دارند، به‌خصوص اگر اجزاء مخلوط یا برش‌های نقطه جوش بالاتر آنها، مانند آنهایی که از کرکینگ کاتالیستی جریان مشتق و یا آنالیز شده باشند و یا اینکه مقدار کل اولفین دقیق نباشد. همچنین هنگام آنالیز نمونه‌ای بدون اولفین با این روش باید احتیاط شود زیرا ممکن است بخشی از پارافین‌ها به‌عنوان اولفین گزارش شوند در حالی که آنالیز، بر پایه زمان‌های بازداری اجزاء شویبش یافته است.

مقدار کل اولفین در نمونه‌ها با روش آزمون D1319 برحسب درصد جرمی می‌تواند اندازه‌گیری شود. همچنین روش پونا (ASTM D6839) نیز می‌تواند مقدار کل اولفین‌ها را در اختیار قرار دهد. در صورت حضور آب، غلظت اولفین در صورت تمایل طبق روش استاندارد D1744 قابل اندازه‌گیری است. ترکیبات دیگر حاوی اکسیژن، گوگرد، نیتروژن و غیره نیز ممکن است در نمونه موجود باشند که در این صورت با هیدروکربن‌ها شویبش داده می‌شوند. در صورت نیاز به اندازه‌گیری مقدار این ترکیبات، از روش‌های D4815 و D5599 برای ترکیبات اکسیژنیت و از روش D5623 برای ترکیبات گوگرد دار استفاده می‌شود. روش استاندارد ASTM D3606 برای اندازه‌گیری بنزن و تولوئن است اما ترکیبات اکسیژن‌دار را پوشش نمی‌دهد. روش استاندارد ASTM 4815 برای اندازه‌گیری ترکیبات اکسیژن‌دار مانند اتر و الکل در بنزین است اما اندازه‌گیری ترکیبات آروماتیک را شامل نمی‌شود.

اهمیت و کاربرد روش کروماتوگرافی گازی

دانش ترکیب‌بندی اجزاء مایعات سوختی و موارد مشابه برای کنترل کیفیت فرآیند پالایشگاهی و تشخیص نوع ماده مفید است. کنترل فرآیند و تشخیص اجزاء مایع نفتی برای بسیاری از هیدروکربن‌ها از طریق آنالیز با دستگاه کروماتوگرافی گازی^۶ امکان‌پذیر است. از روش کروماتوگرافی گازی در بسیاری از زمینه‌ها همچون داروسازی، ساخت لوازم آرایشی و حتی در بررسی سموم، هوا، تنفس انسان، خون، بزاق و دیگر ترشحاتی که حاوی مقدار زیادی از مواد آلی فرار هستند، می‌توان استفاده نمود. بیشتر مواقع، واحدهای کنترل

کیفیت هوا از کروماتوگرافی به همراه آشکارساز یونیزاسیون شعله برای تعیین نوع اجزا در نمونه هوا استفاده می‌کنند. با وجود اینکه آشکارسازهای دیگری را نیز می‌توان به کار گرفت اما به دلیل حساسیت و وضوح مناسب و همچنین قابلیت آشکارسازی مولکول‌های بسیار کوچک، از FID بهره می‌گیرند.

دستگاه کروماتوگرافی گازی

دستگاه کروماتوگرافی گازی (شکل (۱)) شامل یک ستون، آون ترمین کننده دمای ۳۰۰-۰°C، آشکارساز،

جدول (۱): مزایا و معایب گازهای حامل در کروماتوگرافی گازی [۲].

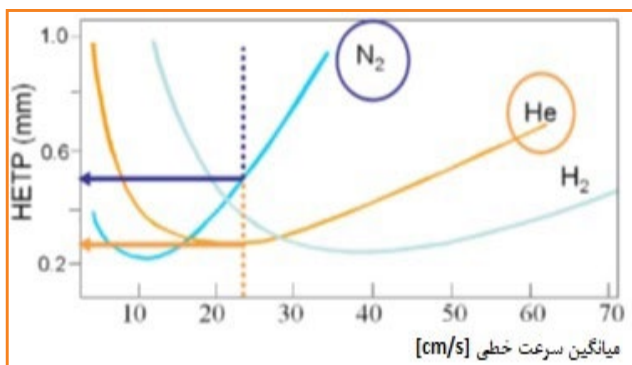
توضیحات	مزایا	گاز حامل
• گران قیمت	• ایمن • گستره سرعت خطی بهینه • به نسبت پهن	هلیوم
• زمان آنالیز طولانی است • گستره سرعت خطی بهینه باریک و آهسته است.	• ارزان • ایمن	نیتروژن
	• ارزان • زمان آنالیز کوتاه • دمای کمتر برای جداسازی • طول عمر بیشتر ستون	هیدروژن

شکل (۲) نشان‌دهنده سرعت خطی حرکت گازهای حامل هیدروژن، نیتروژن و هلیوم برحسب ارتفاع هم‌ارز پلیت تئوری^{۱۱} است. بر طبق این شکل که براساس قانون وان دیمر است، سرعت حرکت خطی نیتروژن کمتر از سرعت حرکت خطی دو گاز دیگر در طول ستون است که باعث بیشتر شدن زمان آنالیز جداسازی برای گاز نیتروژن می‌شود. استفاده از گاز نیتروژن به جای گاز هلیوم با همان سرعت خطی طبق قانون وان دیمر و شکل (۲)، منجر به افزایش دو برابری ارتفاع هم‌ارز پلیت تئوری (نشان‌دهنده عملکرد جداسازی یک ستون) می‌شود. معادله وان دیمر به صورت زیر است:

$$H = A + (B/\bar{u}) + C\bar{u} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن:

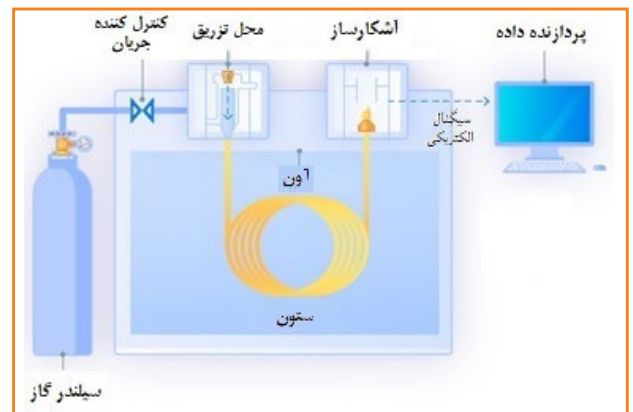
(H) = ارتفاع هم‌ارز یک پلیت تئوری، (A) = عبارت چند مسیری، (B) = عبارت نفوذ طولی و (C) = عبارت جابجایی جرم است.



شکل (۲): نمودار ارتفاع هم‌ارز پلیت تئوری (HETP) برحسب سرعت خطی میانگین [۳].

به‌طور معمول می‌توان از دو روش کار در فشار ثابت یا جریان ثابت^{۱۲} با برنامه‌ریزی فشاری در کروماتوگرافی گازی استفاده نمود [۴]. در روش

سپتوم برای تزریق نمونه، کنترل کننده جریان، سیستم پردازشگر داده‌ها و منبع گاز حامل است. به‌طور معمول، دو نوع کلی فاز ثابت در کروماتوگرافی گازی به کار می‌رود، یکی فاز ثابت جامد و دیگری فاز ثابت مایع. فاز ثابت از نوع جامد به‌طور معمول از جنس آلومینا، سیلیکا و یا کربن فعال است [۲]. فاز ثابت مایع نیز به‌طور معمول از جنس پلیمرها، هیدروکربن‌ها، فلئوروکربن‌ها، بلورهای مایع و نمک‌های آلی ذوب شده هستند. ستون کاپیلاری مورد استفاده در اینجا از سیلیکای گداخته^{۱۳} (دی متیل پلی سیلوکسان) پوشیده شده‌است که از یک فاز ثابت بوده و طول آن تا ۱۰۰ متر است. فاز ثابت در ستون کروماتوگرافی گازی قرار دارد که به‌طور معمول به‌صورت یک جاذب جامد بوده که روی دیواره داخلی ستون، پوشش داده شده‌است. فاز ثابت به‌صورت لایه نازک با ضخامت $0.5 \mu\text{m}$ در ستون کاپیلاری با قطر 0.25 mm قرار دارد.



شکل (۱): نمایی از دستگاه کروماتوگرافی گازی [۱].

آون، وظیفه ایجاد دمای مناسب برای ستون و جداسازی ترکیبات در زمان‌های بازداري متناسب با دمای ستون برای ترکیبات با نقطه فراريت کمتر به بیشتر را دارد. دستگاه کروماتوگرافی گازی قابلیت برنامه‌ریزی دمایی برای آون دارد، به‌گونه‌ای که می‌توان دما را طوری تنظیم نمود که از مقدار پایین به دمای بالا برود و گاهی در یک دما برای مدت زمانی ثابت بماند و دوباره دما افزایش یابد. نمونه‌ای از این برنامه‌ریزی دمایی برای آون به‌صورت زیر است:

- در دمای 50°C (نیم دقیقه بماند)؛
- افزایش 20°C تا 100°C (صفر دقیقه بماند)؛
- افزایش 5°C تا 120°C (صفر دقیقه بماند)؛
- افزایش 30°C تا 250°C (صفر دقیقه بماند).

گاز حامل می‌تواند نیتروژن، هیدروژن یا گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد باشد. مزایا و معایب هر گاز در جدول (۱) ذکر شده‌است [۳].

از جمله تنظیمات دستگاه کروماتوگرافی گازی، تنظیم سرعت خطی گاز حامل و نسبت اسپلیت^{۱۵} است. به طور معمول، سرعت خطی گاز حامل روی ۱/۸ mL/min و نسبت اسپلیت برای نمونه ۲۰۰:۱ تنظیم می‌شود. در صورتی که دستگاه کروماتوگرافی دارای سیستم تنظیم خودکار برای این دو نباشد، باید با معادلات مربوطه به صورت دستی محاسبه و روی دستگاه تنظیم شود. سایر تنظیمات اولیه برای جداسازی اجزاء ترکیبات سوخت‌های موتورهای جرقه‌زن در جدول (۳) آورده شده‌است.

جدول (۳): شرایط کار با دستگاه کروماتوگرافی گازی، الزامات ستون و به دست آوردن داده‌ها [۵].

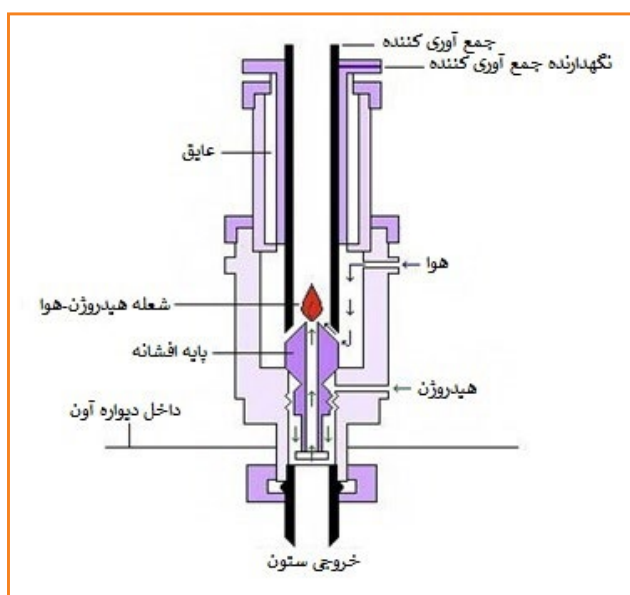
شرایط کروماتوگرافی	
تنظیمات تزریق کننده	
دمای تزریق کننده، °C نسبت اسپلیت لاینر حجم تزریق، L μ	۲۵۰ ۱۷۵:۱ - ۲۷۵:۱ شیشه غیرفعال شده ۰/۲ - ۰/۵
تنظیمات تزریق کننده	
دمای آشکارساز FID °C	۳۰۰-۳۵۰
جریان گاز	
هیدروژن، ml/min هوا، ml/min نیتروژن، ml/min	۴۰-۳۰ ۴۵۰-۳۰۰ ۳۰
تنظیمات دمای آون	
دمای اولیه، °C زمان اولیه، min اولین افزایش دما، °C/min دمای نهایی، °C زمان نهایی، min دومین افزایش دما، °C/min دمای نهایی، °C زمان نهایی، min سومین افزایش دما، °C/min دمای نهایی، °C زمان نهایی، min	۰ ۱۵ ۱ ۵۰ ۰ ۲ ۱۳۰ ۰ ۴ ۲۷۰ ۰
شرایط ستون	
طول، m قطر داخلی، mm فاز مایع ضخامت فیلم، μ فشار، psi جریان، ml/min سرعت خطی جریان گاز، cm/s	۱۰۰ ۰/۲۵ ۱۰۰ درصد دی متیل پلی سیلوکسان ۰/۵ ۵۰-۴۰ ۲/۰ - ۱/۷ ۲۴/۵
جریان گاز	
پردازش داده‌ها، Hz زمان کل آنالیز	۱۰-۲۰ ۱۴۰-۱۵۰

جریان ثابت، امکان تغییر الگوی شویش کروماتوگرافی وجود دارد مگر اینکه پروفایل برنامه دمایی نیز برای تغییرات جریان تعدیل شود.

سیستم پردازشگر اطلاعات می‌تواند اطلاعات پیک ۴۰۰ نمونه را در جدول پیک ذخیره کند، داده‌ها را با سرعت ۱۰ Hz یا بیشتر پردازش نماید و همچنین از پیک‌های با عرض در نیمه ارتفاع که به اندازه ۰/۱s پهنا دارند، انتگرال گیری کند.

ورود نمونه می‌تواند از طریق یک دریچه، دستگاه تزریق اتوماتیک، بازوی رباتیک یا سایر ابزارهای اتوماتیک انجام شود. به طور معمول تزریق کننده‌های اتوماتیک باعث ایجاد تکرارپذیری بهتری نسبت به تزریق دستی می‌شوند.

بهترین نوع آشکارساز برای هیدروکربن‌ها از نوع آشکارساز یونیزاسیون شعله^{۱۳} (شکل (۳))، است. این آشکارساز دارای حساسیت ۰/۰۰۵ کولومب^{۱۴} بر گرم برای n-پوتان بوده و گستره خطی دینامیکی این آشکارساز ۱۰۶ است. این آشکارساز تا ۳۰۰°C گرم می‌شود. سایر آشکارسازهای مورد استفاده در کروماتوگرافی گازی در جدول (۲) آورده شده‌است.



شکل (۳): نمای از یک آشکارساز FID [۴].

جدول (۲): آشکارسازهای مورد استفاده در کروماتوگرافی گازی [۴].

نوع آشکارساز	نمونه قابل شناسایی	گستره شناسایی
MS	قابل تنظیم برای تمامی نمونه‌ها	۰/۲۵-۱۰۰ pg
FID	هیدروکربن‌ها	۱ pg/s
TCD	تمامی نمونه‌ها	۵۰۰ pg/ml
ECD	هیدروکربن‌های هالوژن‌دار	۵ fg/s
AED	انتخابی	۱ pg
CS	واکنش‌گر اکسید کننده	جریان تاریکی PMT
PID	ترکیبات بخار و گاز	۰/۰۰۲-۰/۰۲ μ g/L

گزارش نتایج

غلظت اجزاء جداسازی شده با استفاده از دستگاه بر حسب درصد جرمی با دقت ۰/۰۰۱ درصد گزارش می‌شود. ممکن است اطلاعات مربوط به یک گروه از ترکیبات به‌عنوان مثال، اولفین‌ها، پارافین‌ها، آروماتیک‌ها، نفتن، اکسیژنیت‌ها و ایزوپارافین‌ها به‌صورت یکجا گزارش شوند.

نتیجه‌گیری

بیشتر آنالیزهای شیمیایی، شامل جداسازی اجزاء موجود در یک مخلوط هستند و مهمترین روش برای چنین جداسازی، برخی از اشکال کروماتوگرافی است. از روش کروماتوگرافی گازی در زمینه‌های بسیاری همچون داروسازی، ساخت لوازم آرایشی و حتی در بررسی سموم، هوا، تنفس انسان، خون، بزاق و دیگر ترشحاتی که حاوی مقدار زیادی از مواد آلی فرار هستند، می‌توان استفاده نمود.

کروماتوگرافی گازی براساس پخش انتخابی اجزاء مختلف در بین دو فاز ثابت و متحرک بوده و روش آنالیز کروماتوگرافی بر پایه زمان‌های بازداری اجزاء شویب یافته است. به‌طور معمول برای ترکیبات هیدروکربنی گستره نقطه جوش تا ۲۵۰°C به کار برده می‌شود. سایر مخلوط‌های هیدروکربن سبک مایع که بیشتر در کارهای تصفیه ترکیبات نفتی به کار می‌روند (به‌عنوان مثال، نفتاها، ریفرمیت‌ها، آلکیلات‌ها و غیره) نیز با این روش قابل آنالیز هستند.

در این روش از سرنگ با حجم میکرولیتر استفاده می‌شود. پرکاربردترین آشکارساز در این روش از نوع FID است. گاز حامل می‌تواند نیتروژن، هیدروژن یا گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد باشد. سیستم پردازشگر اطلاعات می‌تواند اطلاعات پیک ۴۰۰ نمونه را در جدول پیک ذخیره و داده‌ها را با سرعت ۱۰ Hz یا بیشتر پردازش نماید. همچنین سیستم پردازشگر می‌تواند از پیک‌های با عرض در نیمه ارتفاع که به اندازه ۰/۱s پهن دارند انتگرال‌گیری کند.

ارزیابی قدرت تفکیک ستون

قبل از راه‌اندازی سیستم کروماتوگرافی می‌توان طبق جدول (۴) و معادله (۲)، میزان قدرت تفکیک ستون را برای دو جزء محاسبه نمود:

$$R = \frac{2(t_{R2} - t_{R1})}{1/699(W_{h1} + W_{h2})} \quad \text{معادله (۲)}$$

که در آن:

(R) = قدرت تفکیک، t_{R2} = زمان بازداری اولین جزء، t_{R1} = زمان بازداری جزء دوم، W_{h1} = پهنای پیک در نیمه ارتفاع اولین جزء و W_{h2} = پهنای پیک در نیمه ارتفاع جزء دوم است.

جدول (۴): الزامات اجرای ارزیابی قدرت تفکیک ستون [۵].

جفت اجزاء	کمترین تفکیک	غلظت هر جزء، W/W
بنزن ۱-متیل-سیکلوپنتان	۱/۰	۰/۵ درصد - ۱/۵ درصد
متا-زایلن پارا-زایلن	۴/۰	۲/۰ درصد - ۲/۰ درصد
نرمال تری دکان ۱-متیل نفتالن	۱/۰	۰/۵ درصد - ۰/۵ درصد

خلاصه روش آزمون

به‌طور کلی، نمونه نماینده مایع نفتی با استفاده از سرنگ ۱ μ L به درون دستگاه کروماتوگرافی مجهز به ستون کاپیلاری که سطح آن با یک فاز ثابت به‌خصوص پوشش داده شده‌است، انتقال داده می‌شود [۵]. نمونه مایع نفتی پس از ورود به درون ستون به سرعت تبخیر می‌شود و با گاز حامل (به‌طور معمول هیدروژن یا نیتروژن) در طول ستون به حرکت در می‌آید. در طول ستون به دلیل شرایط ستون و نمونه، اجزاء تشکیل شده ستون در زمان‌های خاصی توسط ستون بازداری و از هم جدا می‌شوند. در انتهای ستون، آشکارساز (به‌طور معمول نوع یونیزاسیون شعله) قرار دارد که اجزاء شویب یافته در ستون را شناسایی می‌نماید. سیگنال آشکارساز به‌صورت دیجیتالی با استفاده از یک سیستم کامپیوتری انتگرال‌گیر ثبت می‌شود. هر جزء شویب یافته و آشکارسازی شده با زمان بازداری اش^{۱۶} نسبت به نمونه استاندارد ارزیابی و مقایسه می‌شود. غلظت هر جزء به‌صورت درصد جرمی با نرمال‌سازی مساحت زیر پیک بعد از تصحیح پیک اجزاء انتخاب شده با عامل پاسخگویی آشکارساز به‌دست می‌آید.

پی نوشت

۱. کارشناسی ارشد شیمی تجزیه، آزمایشگاه مواد نفتی پارس لیان ارونند
2. Methyl tert-Butyl Ether (MTBE)
3. ethyl tert-butyl ether (ETBE)
4. oxygenate
5. tert-Amyl methyl ether (TAME)
6. bulk
7. PONA
8. Co-elution
9. Gas chromatography (GC)
10. fused silica
11. Height equivalent to a theoretical plate (HETP)
12. constant flow
13. Flame ionization detector (FID)
14. coulomb
15. split
16. Retention time

مراجع

- [1] Gas Chromatography -A Brief Review. Gurleen Kaur, Sahil Sharma, July 2018.
- [2] Analysis: Principles of Instrumentation, Richard A. McPherson MD, MSc, in Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods, 2022.
- [3] Consideration for choosing a different carrier gas in gas chromatography. Jaap de Zeeuw, 2019.
- [4] Gas Chromatography, Kyaw Thet (UC Davis), Nancy Woo (UC Davis), 2020.
- [5] Standard test method for determination of individual components in spark ignition engine fuels by 100 meter capillary high resolution gas chromatography, ASTM, 2018.

Author

Ebrahim Atashbozorg[*Ebrahimatashbozorg@gmail.com](mailto:Ebrahimatashbozorg@gmail.com)MSC of analytical chemistry, Pars Lian
Arvand Petroleum Laboratory

Investigating determination of aromatic, olefinic and unsaturated components in different kinds of fuel by gas chromatography with capillary 100m column and high resolution

Abstract

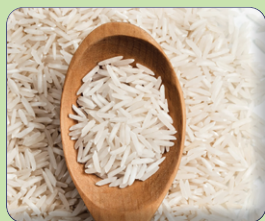
Determination of oxygenated additive compounds like ethanol, MTBE, ETBE and also aromatic compounds like xylenes, benzene and toluene in different kinds of engine fuels and vehicles is very important due to check the quality and environment issues. Regarding to this topic using gas chromatography has a great importance and measuring of these evaporative compounds is easy done by this method. ASTM D6729 is the method for measuring of above compounds in different fuels by gas chromatography. Gas chromatography is an analytical method for separation of evaporative compounds in gas phase. In gas chromatography method the gas components of sample dissolved in a solvent, evaporate between two stationary and mobile phases and then separation happens. Mobile phase is an inert gas that keep moving of sample molecules in the warmed column.

Keywords

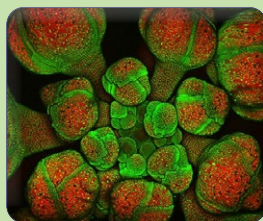
Gas chromatography, fuel, hydrocarbon, aromatic, olefin, separation of evaporative compounds, MTBE, ETBE, oxygenate, carrier gas.



Time-of-Flight Mass Spectrometry



Arsenic determination in rice by hydride generation atomic absorption method



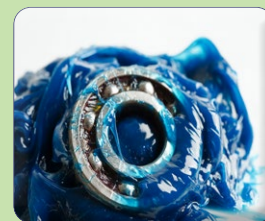
Laser Scanning Confocal Microscopy (Part 1)



Investigating determination of aromatic, olefinic and unsaturated components in different kinds of fuel by gas chromatography with capillary 100m column and high resolution



The Role of the Laboratory in the Quality Control of Seamless Gas Cylinders. (Part 2)



An Overview of Grease Water Resistance