



بسم الله الرحمن الرحيم



جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كلية العلوم

قسم المختبرات العلمية - كيمياء

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس بعنوان:

ضبط جودة الجازولين عن طريق كروماتوغرافيا الغاز وقياس الخواص الفيزيائية

إعداد الطالبات:

1. إمتثال صلاح عبدالله أحمد
2. تسابيح صالح الضو صالح
3. ماجدولين يحي محمد عيسى

إشراف:

د. محمد علي عكاشة

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الآية

قال تعالى:

﴿ قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ ^ظ إِنَّمَا يَتَذَكَّرُ أُولُو

الْأَلْبَابِ ﴿

صدق الله العظيم

الاية 9 سورة الزمر

الإهداء

إلي كل من إضاء بعلمه عقل غيره

وأهدى بالجواب الصحيح حيرة سائليه فإظهر بسماحته

تواضع العلماء وبرحابته سماحة العارفين

إلي من وهبوني الحياة والأمل والنشأة علي شغف الإطلاع والمعرفة

أهدي هذا العمل المتواضع

إلي أمي التي زودتني بالحنان والمحبة

وأبي الذي لم يبخل علي يوما بشئ

إلي إخوتي وأسرتي جميعا

ثم إلي كل من علمني حرفا أصبح سنا بركة

يضيئ الطريق أمامي

الشكر

الشكر لله عز وجل الذي هبأ الأسباب وأصبخ النعم ووقفنا لإتمام هذا المشروع

والشكر موصول للمشرف الدكتور محمد علي عكاشة

الذي كان سندنا ليضيئ لنا الطريق حتي نصل إلي هدفنا وله منا خالص الإحترام

ثم الشكر لكل من مد لنا يد العون والمساعدة من أساتذة وطلاب وأصدقاء

فالحمد لله والشكر له من قبل ومن بعد

إنه حميد مجيد

المستخلص

في الدراسة التي بين أيدينا تناولنا الزيت الخام كمصدر لوقود الجازولين و كذلك تم تناول وقود الجازولين بالتفصيل موضحين الخواص الهامة المعمول بها في قياس جودته بتركيز على دور كروماتوغرافيا الغاز في ضبط الجودة.

عينة الجازولين المنتجة بشرطة مصفاة الخرطوم وجد أنها تطابق المواصفات العالمية تماماً .

Abstract

In the study at hand we dealt with crude oil as a source of fuel and gasoline were also taking fuel gasoline explaining in detail the important force in measuring the quality of a focus on the role of gas chromatography in quality control properties Sample gasoline produced Khartoum refinery, police found that they match international standards completely.

الفهرس

الصفحة	الموضوع
ا	الايه
ب	الاهداء
ج	الشكر
د	مستخلص البحث
هـ	Abstract
و	الفهرس
الفصل الأول	
المقدمة	
1	المقدمة
2	المكونات العضويه للنفط الخام
3	المكونات العضويه غير الهيدروكربونيه
4	مكونات النفط غير العضويه
6	الخواص الفيزيائية
6	الكثافة
8	اللزوجة
8	درجة الإنسكاب Pour point
8	التطايرية Volatility
9	المتبقي الكربوني
9	أثر التكوين الكيميائي علي الخواص الفيزيائيه للنفط
10	إنتاج مشتقات الوقود الهيدروكربونه
10	LPG (liquid petroleum gas)
11	إزالة الأسفلت (الطريقة الاولي : الاذابة العاليه للبنتان)
11	إزالة الأسفلت (الطريقة الثانية : استخدام المذيبات عند ظروف فوق الحرجه فيما يسمى (SCFE)
12	معالجة الزيوت الثقيله
12	اهم مزايا الوقود المنتج من عمليات التكسر الحفزي
13	الكروماتوغرافيا الغازية (GC)
13	التحليل بالكروماتوغرافيا الغازية
14	المكونات الطبيعیه
14	أخذ العينات التلقائي
14	آلية عمل الكروماتوغرافيا الغازية

15	منفذ الحقن وإدخال العينات
17	الإجراءات المستخدمة من أجل وضع التدفقات المرافقة لتقنية التجزئة وعدم التجزئة
17	الأعمدة
18	أنواع الأطوار الساكنة
18	الشروط البدائية للعامود
20	الفرن
21	الكواشف
22	اكتساب البيانات
23	الاهمية والاستخدام
23	المعلومات التحليلية
25	استجابة العامل
25	تطبيقاتها
26	المشاكل
26	الخدمة والصيانة
27	الجازولين
27	تحليل البنزين الكيميائي وتصنيعه
28	التطبيقات
28	رقم الأوكتان
28	الأخطار
29	محتوى الطاقة
30	الإضافات
31	أهمية ضبط جودة الجازولين
الفصل الثاني القسم العملي	
32	الخواص الفيزيائية
32	طريقة قياس الكثافة
33	قياس اللزوجة
34	طريقة فصل مكونات الجازولين بواسطة جهاز كروماتوغرافيا الغاز (GC)
الفصل الثالث نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز لعينة الجازولين	
35	نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز لعينة الجازولين
50	المناقشة و التوصيات
51	المراجع

الفصل الأول

المقدمة

المقدمة

تعريف النفط :-

هو عبارته عن مزيج معقد من مركبات عضويه وغير عضويه وتشكل المكونات العضويه معظم المزيج .

المواد العضويه يمكن تصنيفها لصفين اساسين وهما :-

1/هيدروكربونيه .

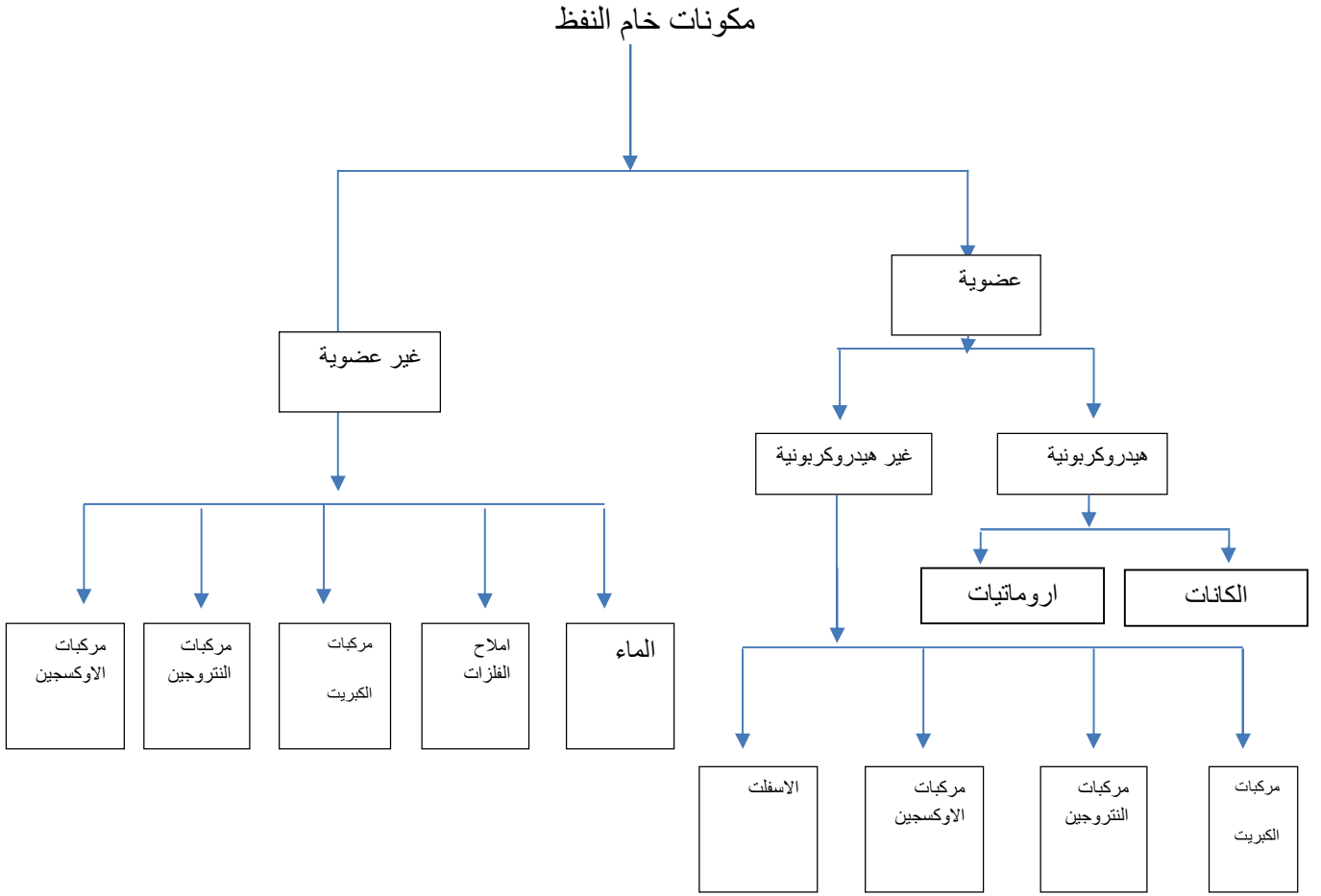
2/مواد غير هيدروكربونيه.

المكونات العضويه الهيدروكربونيه تشكل معظم المكونات في النفط الخام.

يمكن تعريف النفط تعريف فيزيائي على انه :-

مزيج عالي اللزوجه قاتم اللون ومن الممكن ان يكون لونه اسودا او اسود محمر او اسود مائل للاخضر او البني او يميل للالوان الاخر وذلك على حسب المركبات الكيميائيه الموجوده فيه.

مخطط يوضح التكوين الكيميائي لخام النفط



شكل رقم (1) يوضح التكوين الكيميائي للنفط الخام .

المكونات العضوية للنفط الخام:-

اولا : المكونات الهيدروكربونية :-

معظم التكوين الهيدروكربوني للنفط الخام يشمل الالكانات بجميع اصنافها والاروماتيات بجميع اصنافها والالكانات بجميع اصنافها مقصود بها السلسليه والحلقية المتفرعه وغير المتفرعه ، والاروماتيات مقصود بها احادية الحلقه وعديده الحلقه سواء ان كانت متفرعه ام غير متفرعه .

من امثلة احادية الحلقه البنزين وعديده الحلقه مثل الفينانثرين ، ومن امثلة الاروماتيات احادية الحلقه المتفرعه التولوين .

توجد في خامات النفط اثار بسيطه من الالكينات ، وتخلو جميع خامات النفط من الالكينات وذلك لان ظروف المكامن الفيزيائيه تعمل على تحطيم الروابط غير الاحاديه وتحول الهيدروكربونات للصوره الاكثر استقرارا اى تحويلها لصوره مشبعه .

والالكانات الموجوده في خام النفط نوعان :-

1/الكانات السلسليه (البرافينات).

2/الكانات الحلقية (النفثينات).

والالكانات السلسليه او البرافينات عموما وجودها اكثر من النفثينات والبرافينات توجد بجميع أشكالها.

التكوين الهيدروكربوني في النفط الخام هو الأهم وذلك لإمكانية تحويل الهيدروكربونات الى نوعيات مختلفه من الوقوده والمنتجات البتروكيميائيه.

المكونات العضويه غير الهيدروكربونيه :-

1/مركبات النيتروجين :

من مركبات النيتروجين العضويه البورفينات وهذه المركبات تؤثر على أنواع الوقود بأنه بعد إشتعال الوقود وتتمام عملية الإحتراق ، فإنها تؤدي لترسيب اصباغ في المركبات وتؤدي لضعف المحرك عند عملية الإحتراق بما يقلل من كفاءة المحرك.

2/ مركبات الكبريت:

الثيولات أو المركبتانات صيغتها هي R-S-R .

هذه الثيولات هي أهم وأشهر مركبات الكبريت العضويه الموجوده في خام النفط ، وهي لها آثار ضاره على نوعيات الوقود الهيدروكربونيه المنتجه ومن أهم آثارها الضاره :-

1/تؤدي لحدوث تآكل في الماكينات أى أنها اذا خرجت مع الوقود أثناء عملية الإحتراق فإنها ستعمل على تآكل الماكينات لأن لها خصائص حمضيه .

2/تؤدي لتخفيض رقم الأوكتان للوقود .

3/مركبات الأوكسجين العضويه :-

من أمثلتها الإيثرات والأحماض والكيثونات ومركبات الأوكسجين العضويه ليس لها أثر على خواص النفط لأنها لا تتحمل درجات الحراره العاليه والتكرير في بداية الصناعات يتم في درجات حراره عاليه وبما أن هذه المركبات لاتتحمل درجات الحراره العاليه فإنها تتحطم وتفقد خواصها وبالتالي لن تؤثر على خواص خام النفط .

مركبات الأوكسجين العضويه تعتبر غير ذات أثر كبير وذلك لتحطمها عبر درجات الحرره العاليه في صناعات التكرير .

4/الإسفلت :-

وهو عبارة عن مركب عضوي غير هيدروكربوني والجزئي فيه يحتوي علي الكبريت والنيتروجين والأكسجين وقلز فهو يحمل خواص المركبات النيتروجينه والأكسجينيه والمركبتانات وخواص الفلز ، ويعتبر هذا المركب أضر مركب ممكن أن يوجد على خواص النفط .

من الصعب معرفة أو دراسة التركيب الجزئي للإسفلت ولكن عند عمل تحليل نوعي له يتضح أنه يحتوي على كبريت وأكسجين ونيتروجين والإسفلت على عكس الهيدروكربونات يعتبر ماده صلبه ، أما الهيدروكربونات فهي إما غازات أو سوائل أو أشباه مواد صلبه .

5/الشموع:-

هي برافينات (ألكانات سلسليه) شبه صلبه مستخلصه من خام النفط تشكل معظم تكوين الخامات البرافينية والشموع تعتبر واحده من أهم خامات النفط وكلما وجدت الشموع توجد هناك برافينات وبالتالي هناك هيدروكربونات يمكن تحويلها لوقود.

الشموع غير مضره جدا (أي أنه يوجد ضرر بسيط) حيث أنه تؤدي الى إرتفاع لزوجة خام النفط وزيادة مشاكل النقل والتخزين (إذا وصلت هذه الخامات إلى المصفاى لاتوجد مشكله).

الشموع يمكن تحويل جزيئاتها إلى نوعيات مرغوبه من الوقود عن طريق عمليات التكسير (فمثلا يتم التكسير لنحصل على 4 أو 6 أو 8 ذرات تتحول وهو بدوره يتحول لوقود بسرعه .

البرافينات من الميثان وحتى البيوتان توجد في شكل غازات في 25 درجة مئوية ، 1 atm

ومن 5 إلى 15 توجد في شكل سوائل ومن 16 فما فوق تعتبر مواد صلبه والصلابه تكون مدرجه فمن 16 إلى 45 تكون أشباه مواد صلبه مثل الشموع .

مكونات النفط غير العضويه :-

أ/أملاح الفلزات :-

أشهر املاح الفلزات هي أملاح النيكل والفانديوم وأي مواد غير المواد الهيدروكربونيه لها أثر غير مرغوب فيه .

النيكل والفانديوم تؤثر على العوامل الحفازه وتضعف أدائها في صناعة تكرير النفط وفي بعض الأحيان يفقد العامل الحفاز كفاءته نهائيا وتتعتل صناعة التكسير الحفزي.

ب/الماء:-

أهم الأثار الضاره للماء هي أنه يذيب املاح النيكل والفانديوم أي أن الماء يزيد من النيكل والفانديوم وعندما يذهب الماء إلى المصفاى سوف يحمل معه هذه الأملاح وتؤدي الي مشاكل .

ومن اثار الماء الضاره هي وزنه في خط النقل للبترول يتم نقل البترول وهو كثافته أقل من الماء وعند نقل بترول خام سنحتاج لقوه دافعه بسيطه لأن البترول كثافته بسيطه ولكن في وجود الماء سنحتاج لقوه دافعه أكبر وضغط اعلى لأن الماء كثافته أعلى من البترول.

إذا الماء يؤدي لحدوث خلل في الضغوط وخلل في الخطوط الناقله في الأنابيب .

عند دخول الماء مع النفط الخام داخل برج التقطير والتسخين نجد أنه سوف تتبخر الهيدروكربونات ومعها الماء وتجدر الإشارة إلى أنه للحصول على أنواع الوقود المختلفه فإن ذلك لا يتم بسحب مركب واحد ولكن يتم بسحب عدد من المركبات مع بعضها فمثلا يتم سحب 10 أو 15 مركب لنحصل على الكيروسين أو يتم سحب 8 مركبات لنحصل على زيت الديزل .

ج/مركبات الكبريت :-

مركبات الكبريت غير العضويه ضمن تكوين خام النفط في الغالب غازات مثل كبريتيد الهيدروجين وثاني أكسيد الكبريت.

يتصف كبريتيد الهيدروجين بأنه غاز سام وخطير أما ثاني أكسيد الكبريت والذي يتصاعد اثناء عمليات التكرير أو التسخين في المحطات الحراريه يتسبب في إحدى أهم مشاكل التلوث البيئي المتمثله في هطول الأمطار الحمضيه .

الخواص الفيزيائية

هي مجموعه من الخواص تصنف خام الفط طبيعياً وتتأثر بنوعية المكونات الكيميائية لخام النفط او عينة الخام .

عند تقييم عينات النفط يتم الاعتماد علي الخواص الفيزيائية بصوره اكبر من الاعتماد علي الخواص الكيميائية وذلك لاننا اذا اردنا شراء عينة من خام النفط فنجد ان مكوناتها اصلاً معروفه ولكن الذي يهمنا هو اللزوجه (هي خاصيه فيزيائيه) فنريد ان نعرف هل الخام لزوجه عاليه أم منخفضه اي هل تم إزاحته بسهولة من الخزانات ام لا وايضاً نهتم بالكثافه فاذا كانت بسيطه فإن الهيدروكربونات ستكون كثيره وبالتالي سنحصل علي وقود اكثر علي عكس اذا كانت الكثافه عاليه وايضاً نهتم بخاصيه فيزيائيه اخري وهي المتبقي الكربوني فلا بد من معرفة ما اذا كان بسيط ام عالي وبعد حرق الخام هل سيتبقي منه مخلف ورماد ويحدث التلوث أم لا .

قيمة الخاصيه الفيزيائيه يمكن ان تعطي فكره واضحه عن نوعية التراكيب الكيميائيه لخام النفط علي عكس التشخيص الكيميائي والذي لا يعطي صوره دقيقه عن قيم الخواص الفيزيائيه .

أهم الخواص عند تقييم خامات النفط هي:-

1. الكثافة Density
2. اللزوجة Viscosity
3. درجة الانسيابية Par point
4. التطايرية Volatility
5. المتبقي الكربوني Carbon residual

الكثافة:-

وهي أهم خاصيه يقيم بها خام النفط وهي تعني : مقدار كتلة وحدة الحجم وهذه الكثافة تظهر أهميتها في انه اذا كانت قيمة وحدة الحجم كبيره فهذا يعني ان المكونات الصلبه لخام النفط كبيره وكما ان الوقود يمكن ان يكون إما غاز أو سائل وبالتالي في حالة المكونات الصلبه ستكون كمية المواد غير الوقوديه كثيره ، كما انه اذا كانت الكثافة عاليه فإن احتمالية وجود الاسفلت وهذه مشكله كبيره لأنه سوف توجد مركبات كبريت ومعادن . وتعرف علي انها أهم الخواص الفيزيائيه لخام النفط وذلك لانها تعطي فكره لابأس بها علي نوعية التراكيب الكيميائيه المستعمله في خام النفط .

تعرف الكثافة بأنها : كتلة وحدة الحجم من الماده وتقاس بوحدهات g/cm^3 او kg/cm^3 او طن/متر² ، ولأهميتها بني عليها اهم التصنيفات الفيزيائيه لخام النفط وهو التصنيف الذي يصنف خامات النفط إلي ثقيله ومتوسطه وخفيفه .

الكثافة تعتمد علي قيمة درجة الحراره وكلما زادت درجة الحراره سوف تقل الكثافة ومن ناحية تجاريه ليست عمليه مربحه بيع خامات النفط في الصيف لأنه سيتم بيع كميات كبيره بأسعار ثابتة لذلك من المربح الانتظار حتي الشتاء لأن الكمات البسيطه سوف تعطي كميات كبيره ولكن المستهلك يريد شئ مقبول ولذلك في عمليات البيع تم الدخول الي مصطلح الوزن النوعي بدلاً عن الكثافة وهو عباره عن نسبه تؤخذ في درجه معينه ويتم الشغل به وليس بالكثافة ، ويعرف

الوزن النوعي بأنه نسبه بين كثافة الماده (خام النفط) في 15 درجه مئوية الي كثافة الماء في 15 درجه مئوية .

اذا عند الشراء سيتم السؤال عن الوزن النوعي للخام ليست الكثافه فاذا كان الوزن النوعي منخفض يكون الخام جيد.

ملحوظه:

- يمكن اخذ الوزن النوعي بإعتبار انه الكثافة وذلك عند 1 طن و 2 طن حتي 30طن فالفرق هنا ليس كبير.
- S.G هو اختصار الوزن النوعي.
- ظهر مصطلح جديد يعرف بوزن API النوعي و هو عبارة عن علاقة تم وضعها بواسطة معهد البترول الأمريكي و تؤخذ قيمة API من العلاقة:

$$API = (141.5 / S.G) - 131.5$$

قيمة الكثافة تكون موجوده في الخام وكلما زادت قيمة الكثافة قلت الخواص المرغوبه لخام النفط كلما زادت الكثافة والوزن النوعي يكون الخام غير مرغوب .

للخامات الخفيفه $API \geq 29$

اما الخامات الثقيله $API < 20$

والخامات المتوسطه $29 > API > 20$

ويدخل ضمن هذا التصنيف تصنيف خامات النفط إلى ثقيله ومتوسطه وخفيفه مصطلح API الذي يعتمد علي قيمة الوزن النوعي لخام النفط بدلا عن كثافته وتتم الاعتمادية علي قيمة الوزن النوعي نسبة لان الوزن النوعي لا يتأثر بدرجات الحرارة مثل الكثافه وتعطي قيمة API لزيت من المعادلة:

$$API = (141.5 / S.G) - 131.5$$

تبعاً لقيمة الكثافة يمكن ان توجد خامات النفط علي نوعين :

- 1/النوع الاول يسمى بالزيوت الخفيفه : وهي خامات النفط التي تقل كثافتها عن 0.9 جرام/سم³ وتوجد طبيعياً في مكائنها تحت سطح الارض وتسمى بالخامات الخفيفه.
- 2/النوع الثاني هو خامات النفط التي تزيد كثافتها عن 0.9 جرام /سم³ وتسمى بالزيوت الثقيله وتشكل الزيوت الثقيله اكثر من 80% من الاحتياطي العالمي للزيت الخام.

الزيوت الثقيله يمكن تصنيفها الي نوعين:

أ/زيوت ثقيله طبيعياً المنشأ وهي خامات النفط عالية الكثافه التي توجد طبيعياً في مكانها .
ب/زيوت ثقيله صناعية المنشأ : يمكن الحصول عليها من متبقي عمليات التكرير الجوي لزيوت الفيرنست.

اللزوجة:

تعرف علي انها : الممانعه التي يبديها الخام في الانسياب داخل الانابيب ؛ وتعالج مشكلة لزوجة الخامات البرافينية بإحدي طريقتين فيزيائيتين:

1. اضافة معقدات (PPD)
2. استخدام سخانات.

درجة الإنسكاب :Pour point

وتعرف بأنها : اقل درجة حراره ينساب عندها الخام ، ونجد ان الخامات البترولييه تحتوي علي شموع بكميات مختلفه والشموع الموجوده بكميات كبيره تكون درجة إنسكابها عاليه.الخامات التي يكون فيها الشمع بسيط تكون درجة إنسكابها منخفضه ، فكلما إرتفعت درجة الإنسكاب كلما زادت اللزوجة وكلما إنخفضت سوف تنخفض اللزوجة اي ان الخام سينساب بسهولة.

ونستنتج ان الزوجه ودرجة الانسكاب يصنفان كشيء واحد وهو مقدار الخام على ان ينساب بسهولة ام لا .

توجه المعالجات في عمليات النقل بالنسبه للخامات اللزجة التي تنخفض درجة انسكابها ويتم استخدام معالجات الPPD خاصه في الطور السائل .

التطايرية :Volatility

تعني بأختصار: التبخر وبالنسبه لخامات النفط تعني سهوله تحول مكونات النفط الخفيفه الهيدروكربونيه من حالة السيوله للحاله الغازيه ، تفيد هذه العمليه في اعطاء فكره جيده عن سهوله عمليات التكرير لان الخامات الخفيفه تفقد مكوناتها السائله الخفيفه بسهولة عند عملية التقطير الجوي و يتم استعادتها مره اخرى يتم تحويلها لمشتقات وقود هيدروكربونيه خفيفه وتكون عملية الفصل هذه ذات مردود جيد قد يصل حتى 20% ، بينما الخامات مخففة التطايرية يكون مردود تقطيرها الجوي منخفضه مما يؤثر في كميات الوقود المنتجه من التقطير الجوي مما يستدعي اللجوء لعمليات فيزيائيه اخري لفصل المكونات الخام مثل عمليات التقطير الفراغي (التقطير عند ضغوط منخفضه).

وتوجد دلالة اخري لمقدار تطايرية الخام وهي اختيار نوع الخزان حيث تتطلب الخامات ذات التطايرية العاليه خزانات من نوع خاص لا يسمح بتبخر مكونات الخام الخفيفه ، بينما الزيوت الثقيله منخفضة التطايرية لاتحتاج الي هذه النوعيه من الخزانات .

المتبقي الكربوني :

لقد سبق الحديث عن المكونات العضويه (الاسفلات) وذكر انها تحدث رماد والرماد هو المتبقي الكربوني ويتم قياسه بصحن يتحمل درجة الحرارة العاليه ولنفرض ان وزنه $X \text{ g}$ وبعد ذلك نأتي بعينه من الخام ونوزن منها وزنه محدد ونفرض انها $Y \text{ g}$ وتوضع في الصحن وبعد ذلك تدخل العينه والصحن في الفرن الذي درجة حرارته لاتقل عن 900 درجة مئوية لمدة لاتقل عن 10 ساعات وبعد ذلك يوزن الصحن والرماد الموجود فيه هو عباره عن $X+Y$ حيث ان X وزن الصحن و Z هو وزن الرماد وعند طرح هذا المقدار من وزن الصحن لوحده نتحصل على وزن الرماد ونسبة المتبقي الكربوني Z/Y فكلما كان المتبقي الكربوني عالي كلما كان الخام غير جيد اي كلما زاد محتواه من املاح الفلزات خاصه النيكل والفناديوم والمكونات الصغيره الاخرى ، وبشكل خاص الاسفلاتيه كلما دل ذلك علي ثقل العينه الاساسيه وانخفاض تطايريتها وغالباً ارتفاع لزوجتها.

أثر التكوين الكيميائي علي الخواص الفيزيائية للنفط :

نجد ان عند عمل تحليل مطلق لعينة الخام نجد انها تحتوي علي كربون وهيدروجين وكبريت ونتروجين واكسجين وعندما نقول ان الخام فيه اكسجين فذلك لن يدل علي شئ ولكن عندما نتحدث عن خاصيه فيزيائيه مثل المحتوي الكربوني فإن ذلك يدل علي خواص فيزيائيه وكيميائيه عديده ولذلك نجد ان الخواص الفيزيائيه هي الاله في العمليات المتعلقة وللعمليات اللاحقه .

نجد ان (UP stream) في التصنيع هي عمليات الاستكشاف والحفروالانتاج ودراسة خواص المكامن (الحفريات النفطيه تحت سطح الارض) واما Down stream فهي عمليات النقل والتخزين والتكرير وكما ذكر فإن الخواص الفيزيائيه هي الاله للعمليات الصناعيه اللاحقه . Down stream

إنتاج مشتقات الوقود الهيدروكربونية:-

تنتج أصناف الوقود الهيدروكربونية الغازية والسائلة في مصافي النفط باستخدام معالجات فيزيائية تليها معالجات كيميائية لتحسين خواص الوقود المنتج .

وتبدأ عمليات التصفيه بازالة المياه التي لم تنفصل من الخام في مراحل الإنتاج ، ويتم ذلك بترقيد الخام في خزانات خاصه وإضافة مضاعفات كيميائية خاصه تعمل على فصل الماء من خام النفط في شكله المستحلب (الترقيد : نعني به أن نأتي بالخام ونضعه في الخزانات ونتركه يرتاح ولاندعه يذهب مباشرة إلى برج التقطير وذلك حتى تنفصل كل المياه من الخام).

يتم فصل الماء من أسفل الخزان ويرفع الخام نحو المبادلات الحرارية ، لرفع درجة حرارته ومن ثم دخوله إلى وحدة التقطير الجوي(التي تتكون من فرن التسخين وبرج الفصل ويتم تسخين الخام تدريجيا حتى درجة حراره اقل من 500 درجة مئوية إلى حوالي 450 درجة مئوية وتنفصل الغازات الذائبه والتي تشكل البروبان والبيوتان معظمها وتجمع من أعلى البرج وتجمع الغازات مع بعضها البعض ويضاف إليها أحد غازات الكبريت بكمية بسيطة ويعبأ في أسطوانات ويتم ضغطه ليصبح سائل ويساق كمزيج .

LPG (liquid petroleum gas)

وهو يستخدم كوقود منزلي أو لإدارة محركات الإحتراق الداخلي .
ويضاف غاز الكبريت لهذان الغازان وذلك لأن البروبان والبيوتان ليس لديهم روائح واذا وجد تسرب من الانبويه لن نعرف به لذلك يضاف غاز الكبريت حتى اذا حدث تسرب نشم الرائحة أي أن غاز الكبريت يضاف فقط من ناحية السلامة.
*وفي المدى 90 - 200 درجة مئوية تخرج مجموعه من السوائل تعرف تعرف بقطفه الناфта والتي تستخدم في شكلها كمزيج بترولي أو تعدل خواصها الكيميائية بعملية تعرف بإعادة التشكيل Reforming بحيث تزداد فيها نسبة الألكانات المتفرعه وتحول الناфта إلى وقود الجازولين المسمى تجاريا بالبنزين والذي يستخدم لإدارة محركات الإحتراق الداخلي وكذلك LPG يستخدم لإدارة محركات الإحتراق الداخلي وهو يستخدم على حسب علو سعر الغاز وإنخفاضه ويعتبر الجازولين المنتج الإقتصادي الأول لمصافي النفط.

* في المدى الحراري 200 - 300 درجة مئوية يتم قطف عدة سوائل هيدروكربونية تمزج في مزيج واحد يسمى مزيج الكيروسين وتعدل خواصه بحسب أكبر قدر من الأروماتيات حتى لا تشكل دخان عند عملية الإحتراق ويرفع رقمه الأوكتاني قليلا ويحول إلى وقود طائرات .

* في المدى من 350- 450 يتم قطف عدة سوائل هيدروكربونية تمزج في مزيج واحد يسمى بمزيج زيت الغازات والذي يحتوي على نسبة مقدره من الشمع والمكونات الكبريتيه إن وجدت ويحول إلى وقود زيت الديزل كوقود للماكينات الثقيله (الدفارات والسفن).

بعد ذلك يتوقف تطاير الهيدروكربونات عند الضغط الجوي العادي ويبقى زيت الفيرنست في أسفل برج الفصل (وهي عباره عن المتبقي الجوي أو أساس الخام) حيث أن معظم الخام عباره عن زيت الفيرنست والذي يستخدم كوقود لإدارة محركات السفن وفي محطات الطاقه الكهربائيه يمكن تحويل زيت الفيرنست إلى مركبات هيدروكربونية خفيفه بعملية فيزيائيه تسمى التقطير الفراغي . وذلك اذا كان خام الفيرنست ناتج من خام أسفلتي فيتم التقطير في ضغط أقل من التقطير الجوي (يتم تفريغ البرج من الهواء) وذلك لأن الضغط يشكل قوة ويمنع خروج المكونات وذلك

لا بد من تقليله وهناك طريقه أخرى غير طريقة التقطير الفراغي وهذه الطريقه جاريه فيها البحوث والدراسات وتستخدم في مصانع محدوده وهي طريقة SCFE وفي حالة التقطير الفراغي نجد أن المكونات التي تتبخر في الضغوط المنخفضه تكون مثاليه ويتم جمعها في مزيج واحد وخواصها تشبه خواص زيت الغاز ولذلك هي تسمى زيت الغاز الفراغي (لأنها ناتجه من التقطير الفراغي) أما الزيت الناتج من التقطير الجوي العادي يسمى زيت الغاز .

وبعد توقف تصاعد زيت الغاز الفراغي وخروج المكونات في عملية التقطير الفراغي فإنه تبقى ماده تسمى المتبقي الفراغي (وفي حاله التقطير في الضغط تسمى الماده المتبقي الجوي) وهذا المتبقي لا يسمى أساس الخام وهو لزج جدا .

ونجد ان المتبقي الفراغي بعد اخراج الغازات منه فإن مهما خفف في الضغط لن تخرج اي ابخره هيدروكربونيه اخري يمكن تحويلها لوقود زيت الغازات الفراغي واذا كان عالي المحتوي فإنه لا يمكن استخدامه كوقود وذلك لانه مكون من سلاسل هيدروكربونيه كبيره ولذلك يؤخذ الي وحدات التكسير ليتم التحصل علي سلاسل هيدروكربونيه صغيره عملية التكسير تتم في وجود عامل حفاز مهمته التوجيه نحو النواتج المطلوبه والتحصل مثلاً علي جازولين او يتم استخدام نوعيه معينه من الحفازات لتكسير الجزيئات وتعطي كيروسين او يتم استخدام نوعيه أخرى من الحفازات لتكسير جزيئات الزيت الفراغي للحصول علي ديزل مثلاً.

وتجدر الاشاره الي ان اذا كان المتبقي ناتج من زيت الاسفلت فإنه لا يتم عمل تكسيره مباشره بل لا بد من ان نذهب به الي وحده تسمى وحده ازاله الاسفلت ، وازالة الاسفلت وتتم بطريقتين:

الطريقة الاولى : الاذابة العاليه للبنتان:

وهي الطريقة المعمول بها في العالم وفيها تأتي بالمتبقي الفراغي المحتوي علي كميته كبيره من الاسفلت ونضيف اليه متفاعل وهو البنتان في درجه حراره ليست عاليه ، والبنتان يعمل كمذيب هيدروكربوني ويذيب كل المكونات الهيدروكربونيه ويفصل المكونات الاسفلتيه كراسب وبعد ذلك يتم سحب البنتان والمذاب الي وحده تسمى وحده استعادة البنتان وذلك يتم برفع درجه الحراره لدرجه حراره اعلي من درجه غليان البنتان وكفاءة هذه الطريقه حوالي 70%.

الطريقة الثانية : استخدام المذيبات عند ظروف فوق الحرجه فيما يسمى SCFE

في هذه الطريقه اي عند استخدام مذيب هيدروكربوني في درجه حراره اعلي من درجه الحراره الحرجه وضغط اعلي من الضغط الحرج وهنا المذيب كفاءة فصله ستزيد 50مره بالتالي سوف يتم الفصل 100%.

وكلما كان المذيب وزنه الجزيئي صغير كلما كانت اذابته عاليه لذا افضل المذيبات المستخدمه هو البروبات وهو ينتج اثناء عملية التقطير الجوي بكميات كبيره وعند استخدام طريقة SCFE واستخدام البروبان يتم رفع درجه الحراره حتي درجه حراره اعلي من درجه الحراره الحرجه ويتم استخدام مضخه ترفع الضغط الي قيمه اعلي من الضغط الحرج وفي حالة المكونات الاسفلتيه نحصل علي اسفلت ناشف خالي من اي وجود هيدروكربوني لذلك فهو يعتبر احد مشتقات الوقود المهمه جدا.

وميزة طريقة SCFE هو ان الخامات المحتويه علي اسفلت يكون محتواها الهيدروكربوني بسيط ومن امثله هذا النوع من الخامات السودانيه والتي من اهمها خام الفوله فهنا اذا استخدمنا طريقة

SCFE سوف تخرج كمية من الاسفلت وتتحصل علي جزء هيدروكربوني جيد وتعتبر هذه الطريقة اكفاً من طريقة الازابه العاديه وتستخدم هذه الطريقة في فصل ما يسمي بالالواح النفطية وهي مواد تترسب داخل خزانات النفط في مناطق الانتاج وهذا الوحل يحتوي علي ماء وشموع وتراب ولا توجد هناك مواد تزيله بسهولة إلا مواد غالبه ويمكن صرف هذه الالواح ولكن سيحدث تلوث واستخدام SCFE تجعل المذيب يغوص داخل الوحل ويتم فصل كل مكوناتها ويمكن ادخال هذهالمكونات الي وحده FCC.

- الخام الناتج من خام ذو اساس شمعي نذهب به مباشره الي وحده التكسير الحفزي لأننتاج المشتقات المطلوبه بواسطة العوامل الحفازه.

معالجة الزيوت الثقيله :-

تتم تاريخياً بطريقتين :

1/ التكسير الحراري

2/التكسير الحفزي

التكسير الحراري لا يستخدم لانه مكلف ويحتاج لكميات كبيره من الطاقه الحراريه لتكسير الوحدات الألكانيه الكبيره

اما التكسير الحفزي فهو يستخدم العامل الحفاز لأن الحفازات تسرع عملية التكسير بالتالي يتم توفير الطاقه

في التكسير الحفزي كلما كبرت مساحة سطح العامل الحفاز كلما زادت كفاءته لذلك فإن العامل الحفاز لا يوضع كطبقة في اسفل المتفاعل بل لابد من شحنه في البدايه ويستفاد من عملية السحب في زيادة مساحة السطح وبالتالي سوف يتفاعل الحفاز مع اكبر كميته من الزيت الثقيل ويعطي اكبر كميته من الوقود المطلوب في زمن بسيط وتسمي هذه العمليه بأسالة الحفاز وتسمي هذه الطريقة التكسير بواسطة العامل الحفاز المساعد ويتم بها في المصانع .

اهم مزايا الوقود المنتج من عمليات التكسير الحفزي :

- انخفاض محتواه الكبريتي

- الزيوت سواء كانت خام او طبيعيه لها تصنيفات واهمها الزيوت الخفيفه والثقيله وبينهم توجد الزيوت المتوسطه.

-الزيوت الخفيفه مثل الجازولين والمتوسطه مثل الكيروسين وزيت الديزل والثقيله مثل اساس الخام زيت الفيرنس .

الكروماتوغرافيا الغازية (GC)

أحد أنواع الاستشراب وهي وسيلة في الكيمياء التحليلية لفصل وتحليل تركيبة المواد التي لها خاصية التطاير أي يمكن أن تتبخر بدون أن تتحلل، مثل المواد العضوية. والاستشراب الغازي ما هو إلا وسيلة تتيح فصل مواد بعضها عن بعض، ثم يتلو ذلك قياس نسب مكونات تلك المواد المفصولة ومعرفة تركيبها، وذلك يكون غالباً عبر أي نوع من أنواع الكواشف، المعروفة مثال لذلك كاشف الناقلية الحراري TCD أو كاشف التشتت باللهب FID أو غيرها في الكروماتوغرافيا الغازية، الطور المتحرك أو ("الطور المنتقل") هو الناقل للغاز، عادة يكون غاز خامل مثل الهيليوم أو غاز غير نشط مثل النيتروجين. و الطور الثابت هو عبارة عن طبقة مجهرية من السائل أو بوليمر. و الطور الثابت هو عبارة عن طبقة مجهرية من الغاز السائل أو يكون غاز بوليمر على دعامة صلبة خاملة داخل أنابيب قطعة من الزجاج أو يكون غاز على معدن ويسمى عمود (بمثابة تكوين عمود التجزئة الغازية المستخدم في التقطير). المركبات الغازية التي يجري تحليلها تتفاعل مع جدران العمود والتي هي مطلية بطبقة الطور الثابت. هذا يؤدي إلى ان كل مركب يشطف او له زمن اذالة في وقت مختلف، والمعروف باسم وقت الاستبقاء للمركب. مقارنة بالطرق التحليلية المختلفة نجد ان وقت الإحتفاظ retention time هو ما يعطي GC الفائدة التحليلية. ويطلق على الجهاز المستخدم لكروماتوغرافيا الغاز.

ظهور الكروماتوغرافيا في عام 1903 من عمل العالم الروسي، (ميخائيل سيمينوفيتش) Mikhail Semenovitch Tswett، وهو طالب دراسات عليا الماني. فريتز بيرير Fritz Prior طور في الكروماتوغرافيا الغازية الصلبة المملوكة للدولة في عام 1947. آرثر جون بورتر مارتن، حصل على جائزة نوبل لعمله في تطوير كروماتوغرافيا سائل - سائل (1941) وكروماتوغرافيا الورق (1944) والاستشراب الورقي، والتي وضعت الأساس لتطوير الكروماتوغرافيا الغازية وأنتج في وقت لاحق الكروماتوغرافيا الغازية السائلة عام (1950). اريكا كريمير Erika Cremer وضع الأساس، وأشرف على الكثير من الاعمال قبل ذلك. يستخدم الكيميائيون هذه الطريقة لفصل مزيج من الغازات، وفيها يتم تبخير العينة المراد تحليلها، وتنقل محمولة بدفق من تيار غاز خامل، كالهيليوم مثلاً، عبر أنبوب يحوي جامد حبيبي، حيث تسري مكونات العينة الغازية عبر حبيبات الجامد بسرعات متباينة فيجري ادمصاص لبعض أجزاء هذا المزيج الغازي على سطح الحبيبات، بينما تستمر مكونات العينة الأقل ادمصاصاً في التدفق عبر الجامد حتى تصل نهاية الأنبوب عموماً. بعض الأجزاء الغازية التي انفصلت من العينة يمكن إدخالها إلى مطياف كتلي للتعرف على نوع الغازات المكونة للنتائج من عملية الاستشراب الغازي.

التحليل بالكروماتوغرافيا الغازية:

تتيح فصل وكشف المركبات العضوية القابلة للتطاير ومزيج غازي من مركبات لاعضوية مختلفة. وهي تعتبر تقنية مفيدة اكتشفت أول مرة عام 1940م حيث أدخلت فيما بعد كأداة أولية استخدمت في مخابر عديدة. وهي قدمت تطور تقني واضح في مجال الالكترونييات والنظم المؤتمنة وتملك تقنية العامود إنتاج اقل وحدود كشف اقل وتحديد أدق للمواد من خلال التباين وتقنيات التحديد النوعي المميز. تقنية الكروماتوغرافيا الغازية هامة جدا حيث استخدمت في معظم الصناعات:-

البيئية، والصيدلانية، والبتترول، والكيمائية، والطبية، وعلم الأطفعة، ومجالات أخرى متعددة. وتستخدم في:

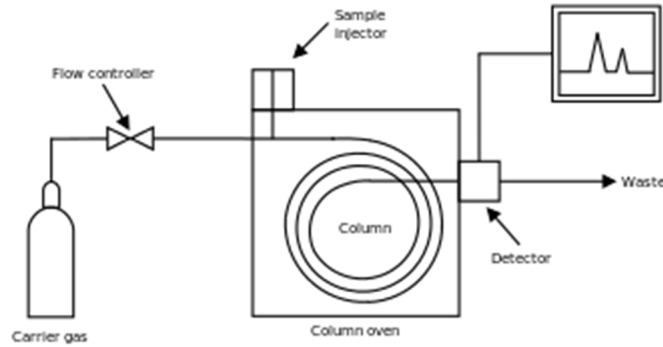
اختبار نقاوة مادة معينة، □

□ فصل مكونات خليط

□ قياس نسبة كل مكون من مكونات خليط

□ التعرف على مركب ما.

المكونات الطبيعية:



شكل رقم (2) يوضح مكونات جهاز كروماتوغرافيا الغاز

أخذ العينات التلقائي :

ويقدم أخذ العينات التلقائي وسائل لإدخال العينة تلقائياً إلى المداخل. يمكن ان يحدث الإدخال اليدوي للعينة ولكن لم يعد شائعاً. يوفر الإدخال التلقائي تكرارية افضل ووقت أمثل. حيث تدخل العينة بحجم ثابت في كل مرة. يتم حقن العينات السائلة بحقنة تمنع تسرب الغازات، بينما يتم حقن العينات الغازية بواسطة صمامات حقن آلي. توجد أنواع مختلفة من أخذات العينات التلقائية .

آلية عمل الكروماتوغرافيا الغازية :

يتضمن الGC التجزئة في انحلالية الغازات بين غاز الطور المتحرك الحامل الداخل والطور الصلب الساكن السائل . أهم أجزاء مكونات الكروماتوغرافيا الغازية هي :

□ الغازات

□ وحجرة الحقن

□ العامود

□ الكاشف

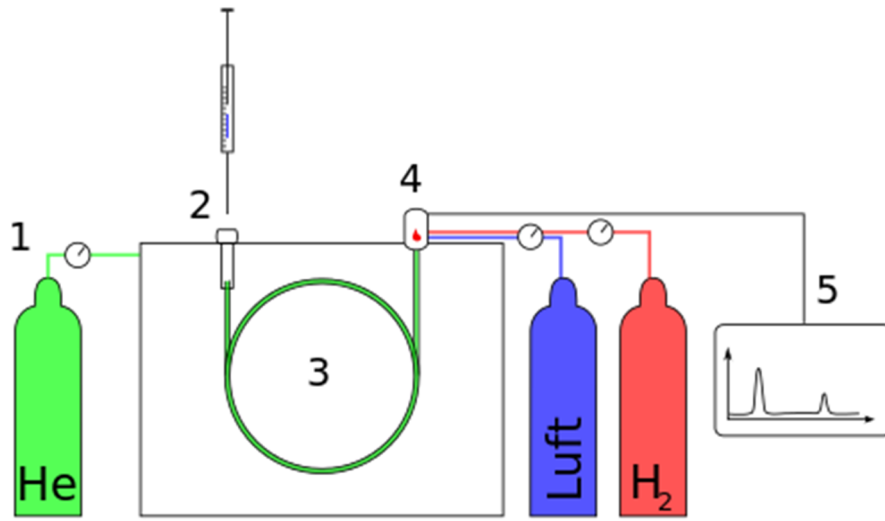
□ نظام كسب البيانات وهو مؤلف من مقياس إلكتروني وجهاز مكاملة .

إن الجزء الهام الأول في الكروماتوغرافيا الغازية هو الغاز الحامل. و الغاز الحامل قد يكون الهليوم والازوت، الهيدروجين، مزيج من الارغون والميثان.

وظيفة الغاز الحامل حمل العينة خلال النظام . ويعتمد الاختيار الأول للغاز الحامل على خصوصية التطبيق ونوع الكاشف المستخدم ويكون الهليوم واحد من أكثر الغازات المستخدمة شيوعا.

يمكن أن تتضمن الغازات المضافة هايدروجين وهواء والتي تكون مترافقة مع كاشف معين يكون مستخدم في الكروماتوغرافيا الغازية على سبيل المثال كاشف التشرّد باللهب يتطلب لهب و هايدروجين وهواء مساعد على الاحتراق.

الغازات عموماً مزودة بواسطة اسطوانة غاز مضغوط . ولكن مولدات الغاز يكون لها حرية اختيار مصدر الغاز. يجب الأخذ بعين الاعتبار نقاوة الغاز عند الحصول على اسطوانة الغاز، ويجب الأخذ بعين الاعتبار حساسية وانتقائية الكاشف لدى تحديد مستويات النقاوة الموافقة (انتقائية أعلى نقاوة أعلى) . التصنيف في المنظمات ، أنابيب معدنية ، وصلات تكون مستخدمة كسطوح للغازات في الكروماتوغرافيا الغازية. من المفيد التذكير إن مصائد الرطوبة يمكن استخدامها لتقليل إسهام الملوثات من مصادر الغاز . يتضمن نموذج اسطوانات الغاز المضغوط ضغط بين 250 و 2500 باسكال . ولكن الضغط المألوف في العمل بالكروماتوغرافيا الغازية ضمن مجال من 20 إلى 100 باسكال.



شكل رقم (3) يوضح نموذج من اسطوانات الغاز المضغوط

منفذ الحقن وإدخال العينات

يكون الجزء الهام الآخر في الكروماتوغرافيا الغازية منفذ الحقن أو مدخل الGC. وظيفة المدخل تقديم العينة داخل مجرى الغاز الحامل. تكون أنواع مختلفة من تقنيات تقديم العينات والمدخل متاحة . النوع الأكثر شيوعاً في التحليل هو حقن من 1 إلى 3 ميكرو لتر من العينة السائلة داخل المدخل الساخن حيث تتم عملية الحقن يدوياً أو بواسطة أداة حقن آلية وهي تستطيع إنجاز عدد ملائم من العينات ويتم تصميم منفذ الحقن من سطح بيني مع العمود المحشو أو الشعري. يسمح منفذ الحقن المحشو بإدخال حجم من العينة المحقونة داخل العمود الشعري ذو السعة العالية (المعروفة شيوعاً بأعمدة ميغابور TM من أجل التحليل. في الأونة الأخيرة زاد استخدام الأعمدة الشعرية.

صمم هذا التقسيم ليسمح فقط لجزء صغير من الحجم المحقون من العينة للدخول داخل الأنبوب الشعري والذي يملك سعة عينة محدودة لذلك يسمح لجزء من العينة المحقونة بالدخول إلى العمود والعينة الباقية تخرج أو تقسم بنفس الطريقة ، يكون مجمل تدفق الغاز الحامل داخل المدخل مقسم إلى ثلاث أجزاء والتي تمرر خلال منفذ الحقن. التدفق الصغير من 1 إلى 3

ملي/دقيقة تمرر مقطع سدادة المواجهة في وضع يجرف الملوثات بعيدا للغازات المتشربة على السدادة، ذلك النزف من السدادة يكون خارجا خلال مخرج تنظيف السدادة وبعض من التدفق الكلي داخل المدخل يمر للأسفل خلال مركز منفذ الحقن والتقسيم يحدث بواسطة السبل البديلة في الأسفل من المدخل ، مرور التدفق الصغير أسفل داخل العامود والجسم المنتقل خلال تدفق المخرج.

عندما تكون العينات محقونة بعض العينات تبقى داخل العامود من اجل التحليل والبعض الآخر يخرج بواسطة تقسيم المخرج ويكون ضبط صمام التنظيف مستخدما مباشرة مع التدفق الخارج من منفذ الحقن خلال تقسيم المخرج و تكون التكرارية الكمية هامة وذلك بالنسبة لعينات تحليل تكون معروفة ولهذا أحد الحساب لنسبة التقسيم المستخدم بالشكل التالي:

$$\text{نسبة التجزئة} = (\text{تدفق المنفذ المجزأ} + \text{تدفق العامود}) / \text{تدفق العامود}$$

$$\text{نسبة التقسيم} \\ \text{نسبة التقسيم محسوبة لذلك } 1/(50+1) \text{ أو } 1:51$$

مجال أحجام نسبة التقسيم النموذجي من 1:50 إلى 1:400 ويعتمد هذا المجال على قطر العامود المستخدم. العامود الأكثر ضيقا هو العامود الذي يملك عدد أدنى من العينات الو سطية، ولذلك نسبة التجزئة العليا تستخدم في حالة العامود الحامل. كذلك تستطيع تجزئة منافذ الحقن العديدة أن تؤثر في نموذج عدم التجزئة وتكون العينة محتقظة داخل العامود في بعض نماذج عدم التجزئة. تكون تلك التقنية مناسبة من اجل قيم التراكيز الصغيرة من مرتبة الأثر للعينات و تكون تقنية عدم التجزئة طريقة معقدة والتي يجب فيها اخذ عدة معطيات بعين الاعتبار.

أكثر تلك المعطيات شيوعا هي التي تتضمن فعالية انتقال العينة داخل العامود باستخدام مخمد كيميائي مبطن للزجاج حيث يثبط مواقع التفاعل في فتحة الحقن. اختيار المحل المناسب لذلك والذي يكون الجزء الممتلص أو لاويكون البرنامج الحراري منجز من اجل ضبط حرارة الفرن. ومعالجة أزمنة تحول الصمام من اجل تخفيض كل من الكمية وحجم قمة المحل إلى الحد الأدنى.

وجهاً التدفقات خلال المدخل بواسطة صمام ضبط الامتلاص مثل تلك العينات المحقونة داخل ممرات الدخول للعامود التجزئة الأخرى بين العامود وتجزئة الفرن . كما هو معروف سابقا في نموذج التجزئة في حالة اكتساب حساسية عظمى خصوصا بالنسبة للمركبات الأكثر امتلاصا والتي تكون ضرورية من اجل تحويل وضع صمام الامتلاص الخلفي لتجزئة متماثلة من 0.5 إلى 2 دقيقة خلال التحليل.

تلك الخطوات مسموحة من اجل نقل بعض المحل الزائد . تظهر الكمية الدنيا من المحل على شكل تذييل في القمة وإعاقه قمة المحل تتمثل من خلال حجب المركبات الممتلصة بجوار المحل.

الإجراءات المستخدمة من أجل وضع التدفقات المرافقة لتقنية التجزئة وعدم التجزئة

- تكون معاينة ببطء بواسطة بعض المستخدمين المبتدئين وعموما تكون مطلوبة في بعض الدراسات.
 - تملك حجرات الحقن التقليدي منظمات ضبط يدوية والتي تكون منظمة لجريان التدفقات المطلوبة المنسجمة مع صناعة المقاييس بواسطة تدفق أداة قياس إلكتروني أو مقياس تدفق أنبوبي زجاجي.
 - تملك إدخال إلكتروني بشكل كامل لضبط ضغط GCs والتي لا تتطلب قياس يدوي لأي تدفق. الترحيب بالتطور من أجل العديد من المستخدمين المبتدئين.
- تعرف التقنية بحقن العامود على البارد والتي تكون مخصصة لدخول العينة مباشرة داخل العامود بدون الأبخرة.
- تلك الاقتراحات تكون ملائمة من أجل العينات التي تكون متغيرة حراريا أو عرضة للتفاعل مع المركبات في حجرة الحقن.
- تأخرت دراسة تلك التقنية كتقنية دقيقة ودقتها من أجل العينات المقدمة للأعمدة الشعرية والتي ليس لديها استخدام روتيني واسع الانتشار في ولكن تملك بعض القبول في البحث العلمي ومجالات التطوير.

يتم التحكم بتدفق العينات السائلة الداخلة إلى حجرة الحقن بواسطة اتوماتيكية بحجم ثابت. يشكل صمام العينات السائل الساخن سطح مع الكروماتوغرافيا الغازية. وعملية حقن العينات الغازية بالمدخل تتم بواسطة سرنغ غاز محكم أو بواسطة آلية صمام العينات الغازي في حجم ثابت. أداة تقديم العينة المساعدة تتضمن أعلى رأس المحلل، أنظمة منع التسرب والاندياق، انحلال في حرارة عالية، ووحدات مركذات ضبط الهواء. تكون تلك الأدوات سطح مع الكروماتوغرافيا الغازية في حالة انجاز مراحل حماية قبل إدخال العينة. أعلى رأس المحلل يسمح لواحد إلى مكان الصلب، سائل لزج، أو مركبات مشابهة في آلية التطويق. ويعرض المكونات للضابط الحراري، كتحريير الأبخرة العضوية في مكان محتويات الأبخرة في العبوة. يكون أعلى الغازات منتقل إلى حجرة الحقن بواسطة خط نقل ساخن من أجل منحنى تحليل كروماتوغرافي لاحق. تكون أداة الامتلاص والتسرب شائعة الاستخدام في التحليل للأبخرة العضوية في العينات المائية. حيث تذر العينات المائية مع الغاز الحامل والأبخرة تكون منقولة إلى التسرب المدمص وكالمركزة. بعد أزمنة نوعية للمركبات والتي تكون مدمجة حراريا من المصيدة لتنتقل داخل المجرى والتي تكون مقدمة داخل حجرة الحقن من أجل التحليل تستخدم وحدة الحل بدرجة عالية درجات حرارة من أجل المركبات ذات الوزن الجزيئي الكبير مثل البوليميرات المدخلة بشكل مشابه مع درجات غليان مناسبة أكثر من أجل التحليل بواسطة الكروماتوغرافيا الغازية بصمة الإصبع مثال نموذج في الشطايا التي تكون مستخدمة في تعيين البوليميرات المنتوجة. تقدم أدوات تركيز كمية الهواء تراكيذ اخفض مسموح بها بواسطة الادمصاص الحراري في أبخرة المركبات العضوية (vocs) على الهواء من قيم ppb. النظام المستخدم في قبول الطرق المختلفة لوكالة حماية البيئة من أجل التحليل الـvoc.

الأعمدة

إن الجزء الهام الثالث في الكروماتوغرافيا هو العامود، والذي يكون مسؤول عن عملية فصل المركبات في عينة المزيج. حيث إن أول أعمدة استخدمت في الكروماتوغرافيا هي الأعمدة المحشوة والتي ظهرت في عام 1951 م و1952 أما أول أنبوب مفتوح أو عامود شعري ادخل في عام 1958 ولان له مقدرة هامة من أجل الفصل عالي الكفاءة لذلك أصبح هذا العامود هو

المفضل. طبقة النفوذ لأنبوب مفتوح (PLOT) للعامود وعامود الأنبوب المفتوح ذو الجدار المطلي التقليدي.

عندما نصف العامود فإننا نأخذ الطول بالميليمتر وسماكة طبقة الطور الساكن بالميكرومتر ونوع الطور الساكن. يكون الجدار الداخلي للأنابيب الشعرية مطلية بمادة صلبة نفوذه أو مادة سائلة لزجة. يكون العامود الشعري متكون من مصهور الكوارتز سيلكاجل المطلية من الخارج بالبولي أميد والذي يؤمن لها الحماية. إن أكثر أنصاف الأقطار الداخلية شيوعا يتراوح طولها من 0.05 وحتى 0.53م، وطول الأعمدة من 10 حتى 100م، وسماكة الطور الساكن المغطي للأنبوب من 0.05 وحتى 3 ميكرومتر. تستخدم بعض التجارب الكروماتوغرافيا الأعمدة الشعرية حيث يقوم بالفصل المطلوب. على كل حال العديد من طرق الضبط الدستورية (مثل تلك الموجهة بواسطة الEPA أو إدارة الأدوية والطعام) وربما في حالات خاصة تستخدم الأعمدة المحشوة. وأيضاً يوجد استخدام مستمر آخر للأعمدة المحشوة من أجل تحليل الغازات الخاملة لأن أجزاء العامود PLOT البديل تكون أقل تكلفة. عند وصف العامود فإنه يعبر عن الطول بالقدم أو المتر والقطر بالانش أو المليمتر، وتركيز الطور الساكن السائل بالنسبة المئوية لأنواع الأطوار السائلة، وحجم ونوع الصلب الحامل. تتكون الأعمدة المحشوة من مادة محملة نفوذة محشوة في معدن أو أنبوب زجاجي من أجل الكروماتوغرافيا الصلبة الغازية، أو سائل لزج مغطى من الخارج بمادة صلبة محملة داخل العامود من أجل الكروماتوغرافيا السائلة الغازية.

يوجد أنواع متعددة من الأطوار الساكنة

التي نختارها في الأعمدة المحشوة، ويكون تحديد الطور المناسب عملية مملة، لأن قدرة الفصل للأعمدة الشعرية تكون أفضل. أن عملية اختيار العامود هي عملية بسيطة من عدة أعوام مضت. نستطيع تحديد العامود المناسب بواسطة التطبيقات المشار إليها في الكروماتوغرافيا الرئيسية المزودة بكتالوج. تلك خصوصيات كل القياسات الوثيقة الصلة بالموضوع المحتاج إليها من أجل التركيب والتحليل للحموض العضوية الحرة في الماء.

الشروط البدائية للعامود:-

من أجل تطبيقات أفضل للعامود بواسطة الإشارة لملاحظات تلك التطبيقات. إذا كانت سرعة التطبيق المطلوب غير متاحة فالتقنية تساعد الكيميائي على دمجها مع الكروماتوغرافيا.

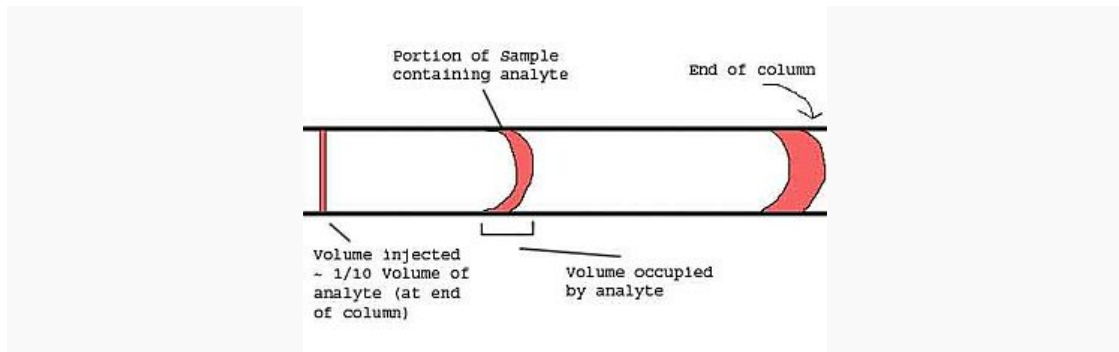
- كلما كان نصف قطر العامود اصغر فإن إمكانية الفصل تكون أكبر. واحد من الأعمدة المختارة عموماً حوالي 0.2م أو اصغر في التحليل من أجل التراكيز الصغيرة أو فصل المزائج الحاوية على 50 مركب أو أكثر.
- يتعلق تحديد الطور الساكن بنوع المركبات المحقونة في مزيج العينة.
- يعتمد الاختيار الأول للطور الساكن على الاختلاف في الانتقائية للمركبات في مزيج العينة.

يمكن إن تكون العينات المتناظرة مستخدمة في شرح ظاهرة الفصل في العامود. ينبغي أن يكون التصور الأول لعامود ذو فتحة أنبوب كبيرة مع طور ساكن مطلي من الخارج بطبقة تشبه الشوكولا ملتحة مع سطوح خاملة للعامود، تلك الاختيارات تكون موجودة في المزائج. أحداها لا يرتبط بالطبقة الشوكولاتية (المركب A) ، وإحداها الآخر يكون له ارتباط متوسط مع الطبقة الشوكولاتية (المركب B) ، والآخر يرتبط بالطبقة (المركب C). إذا بدأ المزيج بالانتقال إلى أسفل العامود فإن التوزيع يبدأ بالظهور وبالتالي فإن المركب الذي سيخرج أولاً هو A والثاني سيكون B والأخير سيكون C والذي يكون لديه ألفة أكبر من أجل الطبقة الشوكولاتية. إن لنوع الطور

الساكن وإمكانيته في التفاعل مع مركبات المزيج الأثر الواضح في عملية الفصل، إذا غيرنا الطبقة الشكولاتية التي تمثل الطلاء الخارجي للعمود باللوزيات فيفترض إن المركب C على الرغم من انه محب للشكولا يكون الأكثر حساسية للوزيات. ألا أن عند امتلاص المركبات الطلب يكون مختلف تماما، مع A و c لايمتلص و b يلي الأخير مثل خصائص الحساسية في العمود تكون متغيرة. إن عملية انتقاء الطور الساكن من اجل الفصل المطلوب والذي يكون هام لتلك المركبات في المزيج والتي لديها اختلاف في الألفة من اجل الطور الساكن تلك تكون لها علاقة بانتقائية العمود. تلك الاختلافات في الألفة تكون الأساس في التفاعلات الفيزيوكيميائية. تعتمد الآلية الابتدائية في الكروماتوغرافيا السائلة- الغازية على الاختلاف في انحلالية المركبات في الطور الساكن السائل ويمكن استخدام فرضيات حول السلوك القطبي والاقطبي لشرح قوة تفاعل المركبات والتي تكون مسؤولة عن التوزيع في المركبات. الأطوار الساكنة السائلة الشائعة الاستخدام من اجل فصل بعض المركبات العضوية الحاوية على المتيل وبولي فنيل سيلوكسونس والأفضل من ذلك غليكوز بولي ابتلين. يعتمد الفصل في الكروماتوغرافيا الصلبة الغازية على الاختلاف في الادمصاصية على الطور الساكن والاحتفاظ بالمركبات الممتصة يكون محدود بواسطة

- (1) الطبيعة الكيميائية والبنية الهندسية للمسام في الماص.
- (2) الوزن الجزيئي للجزيئات الممتصة والشكل الهندسي والبنية الإلكترونية،
- (3) حرارة العمود
- (5) المادة الصلبة الشائعة الاستخدام في الأطوار الساكنة المد مصة من اجل الفصل في الغازات الثابتة وأبخرة المركبات الحاوية جزيئات منحلة، اكاسيد ألومينا، وبولميرات نفوذة، تلك المواد الأخيرة يمكن استخدامها في أعمدة PLOT والتي أخذت تزداد شعبيتها في العشر أعوام الأخيرة كتقنية تحسين صناعية.

يستطيع الكروماتوغرافي المبتدأ إن يجري تحاليل روتينية بسهولة مع فهم شامل لفرضية الفصل في العمود. تتضمن المسؤولية الأولى تطوير الطريقة وجعلها أكثر فعالية. يكون الفهم الرئيسي في فرضية الفصل أمر غير شائع. الاقتراحات المقروءة بواسطة التقرير L. غروب وكارين هافير المجدولة في نهاية هذا الفصل تشمل فرضية الفصل في تفصيل شامل. وينبغي الإشارة إلى تلك المراجع من اجل تفسيرات إضافية.



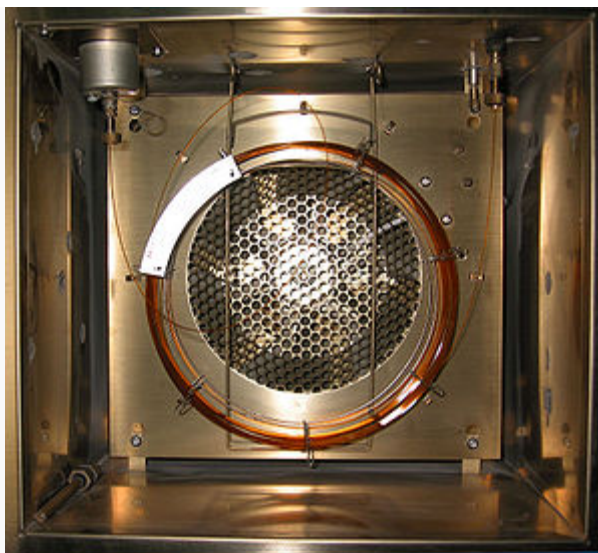
شكل رقم (4) The rule of ten in gas chromatography

ويكون زمن الاحتفاظ بالدقائق مجدول بالتقرير ويكون مرفق مع الطيف. يبدأ نظام البيانات بتسجيل تغيرات إشارة الكاشف عندما تكون العينة محقونة داخل حجرة الحقن ويكون التحليل قد بدأ. لذلك المركبات تكون منفصلة ويؤثر الكاشف في زيادة الإشارة والكشف أو زمن الاحتفاظ في تلك القمة يكون مسجل. معلومات أخرى في التقرير تكون مناقشة في آخر هذا الفصل.

زمن احتفاظ المركبات ينبغي أن يكون متعلق بشروط مكونات العملية من حرارة الفرن، وتدفق العامود، استخدام المركبات المتماثلة نوعياً. ويكون التنبؤ بزمن الاحتفاظ يكون مستخدم في المركبات المتماثلة. يرافق ازدياد التدفق قصر في زمن الاحتفاظ، وتناقص التدفق ينتج عنه زمن احتفاظ كبير. في الفصل التام ينبغي ملاحظة أن عملية التحكم بوضع التدفق أو سرعة الرسم ليست اختيارية، والتي تكون مطبقة من أجل فعالية فصل أفضل. اقتراحات مجالات التدفق، وسرعة الرسم وكذلك أقطار الأعمدة التي تمنح فعالية أفضل، وبالتالي لابد من ضبط التدفق مع تلك المجالات من اجل انجاز عملية فصل بأقل زمن ممكن.

الفرن:

تحدد حرارة الفرن بواسطة التجريب. يوجد نمطين من التحليل الأيزوثرمي (ثبات حرارة الفرن خلال التحليل) ، والمبرمج حرارياً (تغيرات حرارية خلال التحليل). يكون التحليل الأيزوثرمي شائع الاستخدام عندما يكون الاختلاف في درجات غليان المركبات ذات درجات الغليان الأعلى والمركبات ذات درجات الغليان الأخفض حوالي 100 درجة أو أقل. والمبرمج حرارياً من اجل مزيج من المركبات تتضمن مجال عريض من نقاط الغليان وبالنتيجة أزمنة قصيرة في سير التفاعل وفعالية فصل أكبر خصوصاً في المركبات التي تمتلص بشكل متأخر. تؤدي زيادة حرارة الفرن إلى قصر زمن الاحتفاظ.



شكل رقم (5) يوضح فرن الكروموتوغرافيا الغازية، الذي يظهر العمود الشعري

لذلك لابد من تحديد درجة الحرارة المناسبة للفصل المطلوب ويكون زمن سير التفاعل بحدود متدنية. يملك الطور الساكن في العמוד حد أعظم من الحرارة وعمليا حرارة الفرن تكون قريبة من تلك الحدود وفترة حياة العמוד مرتبط بها. تتطلب الأعمدة الشعرية عموما احتفاظ أقل. وهي حساسة أكثر للعينات الملوثة أو التراكم في المواد غير القابلة للتطاير في العينة أو الغاز الحامل. تكون تلك الطريقة ضرورية بشكل دوري للعמוד بواسطة زيادة حرارة الفرن وبالتالي تنقل الملوثات إلى الخارج. تظهر تلك الملوثات أثر كبير في عرض القمة أو تسبب زيادة في خلفية إشارة الكاشف، ولذلك لابد من غسل العמוד بعدد من المليترات من المحل، يتعلق عمر العמוד مباشرة بطبيعة العينة وحرارة الفرن، حيث عمر العמוד يكون أطول في العينات الأقل ملوثات، وكذلك درجة حرارة أكبر عمر أقصر.

الكواشف:

الجزء الهام الرابع في الكروماتوغرافيا الغازية هو الكاشف. وهو عبارة عن جهاز حساس لوجود المركبات المختلفة في الغاز الحامل ويحول تلك المعلومات إلى إشارة كهربائية. العوامل التي تؤثر في انتقاء الكاشف هي الحساسية والانتقائية. الانتقائية تعبر عن مقدرة الكاشف في تمييز والاستجابة للمركبات الداخلة، وليس كل الكواشف تستجيب لكل المركبات، أما الحساسية فتكون قيم التراكيز المكشوفة وبالتالي التغير في الاستجابة مرتبط بتغير التركيز. نحتاج إلى حساسية أفضل في كشف المركبات الداخلة في عينة المزيج، والأفضل من ذلك نعبر عن حدود كشف أقل وتراكيز اخفض من تلك المركبات. وفيما يلي أهم الكواشف المستخدمة:

1- كاشف الناقلية الحراري: TCD بمرور الغاز الحامل فوق السلك تزداد حرارته في التحليل مسببة زيادة في المقاومة. وهو أقدم أنواع الكواشف المستخدمة في الكروماتوغرافيا الغازية على الرغم من أنها تملك قيم حساسية مثيرة فقد تحسنت خلال أعوام، ولكن مازالت تملك قيم حساسية أقل من باقي الكواشف. وتكمن أهميتها من خلال استجابتها لأي نوع من التراكيز التي تكون مختلفة باختلاف الغاز الحامل (مثال إذا كان الغاز الحامل هو الهليوم فإن حدود الكشف تصل إلى رتبة النانو غرام، أو جزء من مليون ppm

2- كاشف التشرذ بالهيب: FID ينتج عن احتراق المواد العضوية شوارد والتي تكون مجتمعة وتتحول داخل التدفق. وهو يستخدم إلى حد كبير لأنه يقدم حدود كشف منخفضة تماما (بيكو غرام أو جزء من مليون جزء من التركيز) وتستجيب لأي نوع من المركبات الهيدروكربونات.

3- كاشف الأسر الإلكتروني: ECD تمرر الإلكترونات السالبة خلال الكاشف، فتأسر الإلكترونات الأقل طاقة مسببة تناقص في تيار الخلية. ويصلح بالنسبة للقيم الصغيرة جدا من المركبات الهالوجينية، مثل المبيدات تستخدم هذا الكاشف.

4- كاشف فسفرة الأزوت: NPD تحدث مركبات الفسفور والأزوت زيادة في التيار حيث تغني الهيب بأبخرة المواد القلوية تكون تلك الكواشف مختارة من أجل تحليل المبيدات العضوية الفسفورية والمستحضرات الصيدلانية.

5- كاشف قياس الشدة الضوئية في الهيب: FDP ينتج عن احتراق مركبات الكبريت والفسفور أجزاء مضاءة كيميائيا والتي تكون مراقبة في أنتقاء الأطوال الموجية.

6- كاشف الناقلية الكهربائية: ELCD تمزج مركبات الهالوجينات، والكبريت، أو الأزوت مع غاز التفاعل في حجرة المزج، والنتائج يكون ممزوج مع سائل مناسب والذي ينتج محلول ناقل ونراقب التغير في الناقلية.

7- كاشف التشرذ الضوئي: PID يهيج الفوتون القادم من لمبة ما فوق البنفسجي الجزيئات والشوارد. وتشكل التيار يكون مرتبط بتهدج الجزيئات. يكون هذا الكاشف مستخدم في تحليل المركبات العطرية ومركبات التشرذ ب(UV).

8- كاشف انتقاء الكتلة: MSD ينتج عند قذف الجزيئات بالإلكترونات شظايا شاردية والتي تمر داخل فلتر الكتلة ويعتمد أساس الترشيح للشوارد على نسبة (الكتلة /الشحنة). ويكون أبسط هذه الكواشف (GC-ms). قدمت التقنية تقدم نوعي في تحديد المركبات من خلال مقارنة طيف كتلة المركبات والطيف الموجود في المكتبة والذي يكون جزء من النظام.

9- كاشف مادون الأحمر: IRD تمتص الجزيئات طاقة ما دون الأحمر وتكون التواترات مميزة لرابطة محددة في الجزيء، بالرغم من أن استخدامها لم يكون شائع. تكون تلك الكواشف مزودة بطاقة من أجل تفريق الأيزوميرات. يتضمن نظام FTIR مكتبة في طيف IR والتي تكون مستخدمة من أجل التماثل النوعي. النظام المتطور بشكل كبير هو GC-FTIR-MS ونحصل على 99% من النتائج موثوقة في التماثل.

10- كاشف الإصدار الذري: AED يتم تنشيط الجزيئات بواسطة مصدر بلازما والفصل يتم داخل الذرات المهيجة وعندما تعود الإلكترونات إلى الحالة المستقرة تصدر ضوء والذي يكون خاص بالعنصر. ويكون هذا متعلق باختيار كاشف جديد ويقدم معلومات عنصرية حول فصل المركبات في المزيج. العديد من أجهزة الكروماتوغرافيا الغازية تكون محددة بكاشفين وتكون مستخدمة مع بعضها في أن واحد. لذلك عملية شراء الجهاز مرتبط مع الكاشف المطلوب.

اكتساب البيانات:

الجزء الأخير الهام في الكروماتوغرافيا الغازية هو نظام كسب البيانات، وهو يستخدم لنقل الإشارة الكهربائية المتولدة بواسطة الكاشف إلى قمة في الشكل الكروماتوغرافي. مساحة القمة تمثل تراكيز المركبات. وبالتالي تركيز أكبر إشارة متولدة في الكاشف أكبر وبالتالي مساحة قمة أعرض. الأدوات الأكثر استخداما من أجل إنشاء المنحني والتقارير تتم عن طريق المكاملة أو كميوتر شخصي على الرغم من أن التكامل هو الأكثر استخداما. في السنوات الأخيرة أصبح الكميوتر هو البديل في إجراء الحسابات والتقارير، وهو يملك أفضلية متميزة من أجل التقارير التي تتطلب تعديلات أكثر، وتلك التي تحتاج إدارة معقدة وأرشفة بيانات. يمكن معالجة البيانات أو استخدام تقرير بالاعتماد على نظام مكتبة مؤتمت. تكون الإشارة الناتجة وصف لتلك المنطقة والحسابات أعلى يحدد نوع العامود في التقرير النقاط والتي تكون معالجة أو الحسابات من بداية القمة إلى نهايتها. فمثلا BB تشير إلى القمة التي بدايتها خط الأساس ونهايتها خط الأساس، VV تشير إلى القمة التي بدايتها في النقطة المنخفضة ونهايتها في النقطة المنخفضة. كلاسيكيا سوف نحتاج إلى شروط مثالية من أجل الفصل لذلك تلك القمم العديدة ممكن إن تكون متحللة أو مفصولة خط الأساس إلى خط الأساس. القمة الأعرض يلاحظ أنها تملك زمن تأخير أطول

يصبح شكل القمة أعرض من أجل التحليل المعزول حرارياً، تلك تكون شائعة الظهور وتكون متعلقة بتبدد القوى في الفصل خلال العامود. الأكثر ضيقاً القمة الأعرض، والأكثر فعالية أو فصل أحد. يتعلق التركيز بالنسبة المئوية للمساحة والتي تكون ظاهرة في التقرير. وأسماء المكونات تكون ظاهرة في التقرير. معلومات أخرى وثيقة الصلة بالموضوع من أجل تلك التحاليل وهي نوع العامود المستخدم، ومعدل التدفق في العامود، وسرعة الرسم، وحرارة الفرن، ونوع الكاشف، وحجم ونوع العينة المحقونة، ونسبة التجزئة المستخدمة.



شكل رقم (6) يوضح المناطق الداخلية من كروماتوجرافيا الغاز المتفوقة لتقنيات Geo Strata

وهو يعمل بشكل مستمر في ثلاث دورات بالدقيقة. ويستخدم صمامين للغاز لتشغيل اختبار في حلقة العينة. بعد ملء نموذج الحلقة بغاز الاختبار، يتم تبديل الصمامات تطبيق مرة أخرى الناقل ضغط الغاز إلى حلقة عينة وإجبار العينة من خلال العمود للانفصال.

الاهمية والاستخدام:

يتخذ الكيميائي إجراءات التحليل الكروماتوجرافيا الغازية وذلك من خلال التقرير والمنحني الكروماتوجرافي وذلك في امتصاص مكونات العينة في المزيج. عموماً نظم الكروماتوجرافيا الغازية تكون متماثلة وتوضع من أجل التحاليل الروتينية الأساسية. التحكم الدقيق بنوع العينات أو من أجل بحث التحاليل الأساسية غير الروتينية وتطوير التحليل. يعتمد نظام الكروماتوجرافيا الغازية من أجل التحاليل الروتينية على جداول مؤتمتة ويكون ذلك مطلوباً كعامل ميكانيكي من أجل الكميات القليلة. يتضمن ذلك تعزيز حالات أعداد العينات التلقائية، حقن ذاتي، نظام البيانات المبرمجة. يستخدم نظام ال GC من أجل R و D وتطوير الطرق يكون هام من أجل الاستخدامات المتعددة. واحد من الأسباب الهامة في استخدام الكروماتوجرافيا الغازية بشكل واسع هي المقدره الهامة في القياس من أجل الاحتياجات الخاصة والميزانية.

المعلومات التحليلية:-

• نوعي:

يمكن أن يحدد التماثل النوعي بواسطة تقنية GC-MS. في مطيافية الكتلة يجب أن تتطابق كل القمم أو أي قمة من الطيف الموجود في المكتبة المخزنة في نظام الكمبيوتر. يتضمن التقرير النهائي جداول بالتماثل الأكثر احتمالاً مثل التماثل الموجود في القمم الأساسية في المكتبة المتضمنة آلاف المركبات المدخلة. واحد من الأدوات النوعية الأكثر طاقة يكون نظام GC-

FTIR-MS والذي يقدم كل من طيف IR و MS من أجل فصل المركبات. عندما يكون كاشف مضاعف مثل ECDs و FIDs تكون مستخدمة. التماثل النوعي يكون متضمن أعظم القمم. من أجل نتائج موثوقة يجب أن يوجد تطابق ما بين زمن التأخير للمركبات المعروفة مع زمن التأخير للمركبات في العينة المجهولة. تكون تلك الكواشف الأكثر استخداماً عندما يكون الهدف تحليل المركبات عندما يصبح لدينا فكر جيدة عن تماثل المركبات تستخدم كقياسيات من أجل تحديد زمن الاحتفاظ. يكون من الهام أن نتذكر أن تغيير حرارة الفرن أو تدفق العاود سوف يؤثر على زمن الاحتفاظ وكذلك يؤثر على الدقة في التماثل. يجب أن تكون القياسات موثوقة لنفس العملية وتكون مستخدمة عندما العيارات تكون معروفة أو غير معروفة. قبل تطور الأعمدة الشعرية وتقنية GC-MS ، كل الأنظمة مرتبطة باستخدام الاحتفاظ المحسوب بفهارس تكون مستخدمة، أن حقيقة التطابق للغير معروفة في المزيج. اليوم أي شخص مهتم في تماثل المركبات الغير معروفة يعتمد على تقنية GC-MS الملائمة لزمن احتفاظ أطول. كلما يكون لدينا مهارة أفضل في ترجمة الطيف يكون بالإمكان تمييز مركبين ممتلصين أو أكثر والفصل الكروماتوغرافي الأفضل بواسطة العاود الموجود قبل الكاشف. تكون تقنية العاودين أفضل في فصل كل المركبات التي تكون موجودة. يستخدم تحليل الفصل الثنائي عاودين مختلفين وطور ساكن مختلف القطبية، مثل ميتيل السيلكون اللاقطبي كطور ساكن، والأكثر قطبية 50% فنيل ميتيل سيلكون أو الطور الكربوكسيلي القطبي. تغير نوع الطور الساكن يمكن أن يؤثر نموذج بصمة الأصبع في القمم بواسطة تغيير حالة الأمتلاص والأفضل من ذلك زمن الاحتفاظ في المركبات، بواسطة استخدام نوعين مختلفين من الأطوار الساكنة واحد يتضمن كل تلك المركبات والتي تكون ملائمة للفصل قبل التماثل النوعي. العديد من طرق FDA والمكاملة EPA تتطلب تثبيت ثنائي العاود.

• كمي:

من أجل نتائج كمية أكثر صحة تكون إجراءات المعايرة مطلوبة. تتضمن المعايرة علاقة متبادلة بين مركبات معروفة التركيز ونتائج الإشارة المتولدة عندما تكون تلك المركبات في الكاشف. تكون المعالجة الإلكترونية مستخدمة في تحويل إشارة الكاشف إلى مساحة قمم مختلفة أو أعلى. حسابات المعايرة تكون موجودة داخل المعالج أو نظام الكمبيوتر من أجل اكتساب البيانات والتحليل. فمثلاً جداول المعايرة في نظام البيانات يعين خلال الاستخدام في تطوير الحوار. تتضمن الأجزاء الأفضل أبعاد قيم إشارة المعايرة وتكون محققة بواسطة العمليات الاحقة. أولاً يجب جعل القياسات الكروماتوغرافية أقرب ما يكون إلى الكمال من أجل مقلوب الفصل والتماثل في المركبات (مثل اختيار العاود، الكاشف، عملية الحقن، حرارة الفرن). يكون مزيج المركبات محضر مع كميات معروفة من الكل وفي مقلوب المركبات التي تكون موجودة. تحليل المزيج وتقرير نسبة المساحة تكون مولدة. تلك تكون مهمة في التقرير والذي يتضمن زمن احتفاظ للمركبات المكشوفة ونسبة مئوية للمساحة المحسوبة من تراكيز المركبات. النسبة المئوية للمساحة في المركب $A = \frac{\text{المساحة للمركب } A}{\text{المساحة الكلية لجميع القمم}} * 100$ في بعض الحالات التحديد الصحيح يكون مجدول مع التراكيز لأن حساسية الكاشف وأنتقائيته الأكثر تأثيراً في تماثل المركبات. يستخدم التقرير في تحديد زمن الاحتفاظ للمركبات. تستخدم محاور المعايرة في نظام البيانات، زمن الاحتفاظ، كميات معروفة، والأسماء في المركبات تكون معروفة ويعين

جدول المعايرة. يستخدم النظام كميات وتراكيز معروفة وقيم المساحة المكشوفة تحسب استجابة العوامل من أجل كل المركبات. تكون استجابة العامل تقسيم الكمية بواسطة المساحة، عند تحليل عينة تحوي كميات غير معروفة من المركبات. يضاعف نظام البيانات استجابة العامل من أجل المركبات بواسطة مساحة الكاشف من أجل التراكيز غير المعروفة والمحددة من المجاهيل. استجابة العامل = الكمية / المساحة الكمية غير المعروفة من المركب = مساحة القمة.

• استجابة العامل

تلك تكون من المعايير البسيطة المعروفة بطريقة العياري الخارجي. تكون طريقة الإضافات متاحة وهي تتضمن إدخال القياسات وطرائق النسبة المئوية الطبيعية. تكون حسابات إجراءات المعايرة متعددة القيم أكثر صحة في التراكيز. يتضمن ذلك الإجراء تحضير المزيج من المركبات. يعد تمديد المزيج لكميات معروفة وإدخال المعلومات على محاور المعايرة نظام حساب البيانات لمحور المعايرة في مساحة القمم أو ارتفاعها بدلالة التركيز. أربع قيم لمعايرة مزيج تتضمن ثلاث مركبات والذي يتضمن التحليل والتحضير في أربع محلات تتضمن تقديم التراكيز الأعظم مثل المركبات التالية A,B,C القمم في تظهر نتائج التحليل من أجل تلك المحاليل الأربعة. نظام البيانات سوف يولد ثلاث منحنيات واحد من أجل تلك المركبات. الشكل (8-8) لذلك المعايرة بالنقطة الإشارة من أجل المركب A (يوجد قمتين اضافيتين من أجل المركبات الأخرى) والمعايرة المتعددة القيم من أجل المركب C (يوجد منحنيات إضافية من أجل المركبات المختلفة). يقدم نظام البيانات عادةً تقنية في اختيار طبيعة المنحني مثل نقطة إلى نقطة، أو خطي، أو غير خطي. يكون منحنى المعايرة المناسب مستخدم في حساب التراكيز غير المعروفة من المركبات. تتطلب العديد من طرق المكاملة تتطلب استخدام المعايرة متعددة القيم. ينبغي أن يدرس جيداً استخدام المعايرة متعددة القيم عند قيم التراكيز الصغيرة للمركبات التي تقترب من حدود الكشف لكاشف، وعند استخدام كواشف أكثر حساسية ، NPDs , ECDs , FBDS والتي تملك مجال خطي محدد وديناميكي.

تطبيقاتها:-

تكون تطبيقات الكروماتوغرافيا الغازية منتشرة بشكل كبير جداً، والطريق الأسهل من قبل المبتدئين أصبح مألوف مع إمكانيات تقنية ال GC وأمثلة عن التطبيقات الكروماتوغرافيا تكون مجدولة ضمن كتالوك. يكون نسخة من التطبيق الملاحظ في عامود التحليل الكيميائي لهيولت – باكريد والمزودة بكتالوك. تلك الأمثلة الملاحظة تظهر الطيف الكروماتوغرافي ومفتاح أدوات القياس المستخدمة. كتلوك هيولت – باكريد والكتلوك العلمي ل IFW والتقنية الموجودة في جداول والتي تشير إلى أكثر من 200 مثال للتطبيق. كتالوك البائع بصف التطبيقات بواسطة نوع التحليل. تكون الأمثلة التالية توضح بعض الاستخدامات:

- البيئة: البنزن، التولوين، أكر الين، زيت الوقود، مبيدات مكلورة، مبيدات الأعشاب، المبيدات الحشرية الفسفورية العضوية، الأمينات، العطرية، أسس طبيعية، ثنائي أكسيدات،

البوليميرات الهيدروكربونية العطرية، الفينولات قليلة التطاير، الهواء والتربة، الماء، وأخرى متطايرة.

- أطعمة ونكهات: الشرابات، الزيوت الضرورية، اللهب، الدهون والزيوت، منتجات طبية، حموض عضوية، الستيرويدات.
- منتجات كيميائية: الأغوال، الأدهيدات، الأمونيا، العطرية، الأسترات، الأيترات، غلوكوزيدات، الكربونات، الكيتونات، محلات أخرى.
- الحياة العملية: مخدرات، عقاقير يسوء استخدامها، الفورمات، الستيرويدات.
- الإجراءات الحكومية من أجل طرق الصحة والأمان: الغوال، العطرية، الأسترات، الكيتونات.
- البترول: الهيدروكربونات العليا والغازات، غازولين، المنتجات البترولية الثقيلة والشمع.

المشاكل:-

- **التكلفة:** تكلفة أجزاء الكروماتوغرافيا الغازية تتراوح ما بين 5000 إلى 600000 دولار، إشارة الحاقن الأبسط وحدة كشف والتي تعالج إلكترونياً يمكن أن تكون حوالي \$K10. التكلفة تزداد بإضافة حاقن ومزايا الكاشف ونظام الأتمتة. وتزداد التكلفة بسرعة كبيرة من 70 إلى \$K100 عند إضافة الكاشف المنتقي للكتلة ونظام بيانات مؤتمت. التكلفة في الأعمدة الشعرية تتراوح من 300 إلى \$1000. أعدادات مستنفذة تكون تحت \$100.
- **المستويات المطلوبة من التدريب:** العمليات الروتينية في النظام الكروماتوغرافيا الأبسط يمكن إن يقوم بها أي شخص بعد التقدم في جلسة التدريب خلال يوم أو يومين. ذلك المؤلف لدى تدرب العديد من الناس مع ثقافة أقل في المدارس الأعلى. في العمليات الروتينية في ال HP5890 العملية في النظام الأكثر تعقيداً والذي يستخدم كاشف أكثر تطوراً ونظام كمبيوتر لاكتساب البيانات يتطلب إلى حد كبير تدريب أكبر ويعتمد على مستوى الخلفية من العامل (تلك مع بعض خلفيات الكليات الكيميائية عموماً العملية الرئيسية في ذلك النظام أكثر سهولة). من أجل فهم المبدأ الأساسي في الإضافات إلى الإجراءات العملية بعض المبتدئين يتطلب أسبوع من التدريب.

أدوات تحري الخلل وإصلاحه وطرق تطوير مهامه تكون مقاسه خلال التجربة والأفضل من ذلك خلال التدريب. يصنف التدريب في كل مستويات التجربة. في تحديد الموقع خلالها في كل من الولايات المتحدة، وكندا.

• الخدمة والصيانة:

تكون درجة الصيانة والخدمة المطلوبة متعلقة بالتعقيد بالنظام. معظم الأنظمة تتطلب فحص روتيني وأساليب تنظيف حجرة الحقن والكاشف. يعتمد التواتر في الصيانة على نظافة العينة والتواتر في تحليل العينة. العديد من نظم ال GCs لديها ميزة التبخر لتساعد في مشاكل التطابق.

الجازولين

الجازولين أو تجريبياً (البنزين) هو خليط مشتق من النفط يتكون في الأساس من الهيدروكربونات . يستخدم كوقود في محركات الاحتراق الداخلي ويستخدم مصطلح الجازولين كثيراً في مجال صناعة البترول ، وحتى بين الشركات التي لا تعمل في الولايات المتحدة. و"جاز" هو اختصار دارج للمصطلح جازولين. كما أن "موجاز" هو أيضا اختصار دارج للمصطلح "موتورجازولين" ، للتفرقة بينه وبين المصطلح "أفجاز" غاز طائرة الذي يستخدم في الطائرات الخفيفة. ولا يجب الخلط بينه وبين أنواع الوقود الغازي الأخرى الذي تستخدم في محركات الاحتراق الداخلي مثل البروبان.

وتستهلك الولايات المتحدة 360 مليون جالون 1360 مليون لتر من هذا الوقود كل يوم. كما أن الدول الغربية من أكثر المناطق استهلاكاً للبنزين. وقد كان لوضع الضرائب على البنزين في بعض الدول في أوروبا أثر كبير على تطور صناعة السيارات لإنتاج سيارات أقل استهلاكاً للوقود.

تحليل البنزين الكيميائي وتصنيعه

وقود الطائرات هو من الوقود الأقل كثافة بين أنواع الوقود المختلفة وهو نوع معدل من أنواع البنزين. ينتج البنزين في مصافي الزيت. وهذه الأيام يتم فصله بسهولة من الزيت الخام عن طريق التقطير، ويسمي بنزين طبيعي، ولكنه لا يكون له المواصفات المطلوبة (بالتحديد رقم الأوكتان) ، بالنسبة للمحركات الجديدة، ولكن يمكن أن يكون جزء من المخلوط الذي يستخدم لها.

أغلبية البنزين القياسي تتكون من هيدروكربونات تتراوح أطوال سلسلتها من 5 إلى 12 ذرة كربون في الجزيء.

وتنتج المصافي المختلفة مكونات لها تركيب متفاوت، وعند خلطها فإنها تنتج بنزين بخصائص مختلفة. ومن أهم هذه المكونات:

- "المصلحات"، والتي تنتج عن طريق المصلح الحفزي، ولها رقم أوكتان عالي ونسبة مكونات أروماتية عالية، ونسبة قليلة من الألكينات.
- البنزين المتكسر حفزياً أو النافثا المتكسرة حفزياً، وينتج من التكسير الحفزي، وله رقم أوكتان متوسط، ونسبة عالية من الأوفينات (الألكينات)، ومستوى متوسط من الأروماتيات.
- (البنزين الطبيعي) له عديد من الأسماء، يتم الحصول عليه من الزيت الخام مباشرة وله رقم أوكتان منخفض، وقليل من المكونات الأروماتية (اعتماداً على نوع الزيت الخام، وبعض النافثانات) ألكانات حلقة (ولا يحتوى على أولفينات) ألكينات .
- ألكيلات، وتنتج في وحدة الألكلة، ولها رقم أوكتان عالي وهي من (البارافينات) ألكانات نقية، وغالباً ما تكون سلاسل متفرعة.
- المتزمرات: ولها أسماء عديدة ويتم الحصول عليها من عملية أزمره البنزين الطبيعي لزيادة رقم الأوكتان له، وتحتوى على نسبة مركبات أروماتية وحلقات بنزين قليلة. (المصطلحات المستخدمة ليست كلها المصطلحات الصحيحة كيميائياً. وهي مصطلحات قديمة، ولكنها تستخدم حتى الآن في مجال صناعة البترول. ومعناها الفني يختلف من شركة بترول لأخرى أيضاً من بلد لأخرى)

وعموما فإن البنزين العادي يتكون من خليط من (البرافينات) ألكانات (النافثات) ألكان حلقي (المركبات أروماتية، الأولفينات) ألكينات، وتعتمد نسبة كل منها على:

- مصفاة الزيت التي أنتجت البنزين، حيث أن عدد الوحدات الموجودة بكل مصفاة يختلف من واحدة لأخرى.
- نوع الزيت الخام المستخدم.
- درجة البنزين بالنسبة إلى رقم الأوكتان.

وحاليا فإن الوقود المستخدم في كثير من الدول له حدود معينة لنسبة المكونات الأروماتية بشكل عام، وبخاصة البنزين الحلقي، وكذلك نسبة المكونات الأولفينية (الألكينات). وهذا يزيد الطلب على البرافينات العالية الأوكتان، مثل الألكيلات، ويجبر المصافي لإضافة وحدات تنقية أخرى للتخلص من البنزين (حلقة البنزين).

كما أن البنزين يمكن أن يحتوي على مركبات عضوية أخرى مثل: الإيثر العضوي بالإضافة إلى كميات قليلة من الشوائب، وبالتحديد ميركبتانات الكبريت، سلفيد الهيدروجين والتي يجب أن تزال من البنزين لأنها تسبب تآكل المحركات.

التطايرية:

يتطاير البنزين أكثر من الديزل أو الكيروسين، وليس فقط بسبب ترتيبه أثناء التقطير، ولكن بسبب الإضافات التي توضع إليه. والمتحكم النهائي في التطاير هو غالبًا البيوتان. كما أن نسبة التطاير تعتمد على درجة الحرارة المحيطة، فكلما زادت درجة الحرارة زاد التطاير. وفي بعض المناطق مثل أستراليا هناك تغير شهري في معدلات التطاير، ولكن في معظم البلاد هناك حدود للتطاير تبعا لفصل الصيف والشتاء، وحد آخر وسيط بينهما.

وقد تم تقليل حدود التطاير للبنزين في معظم الدول في الوقت الحالي لتقليل الانبعاثات التي تحدث أثناء عمليات ملء السيارات بالبنزين.

رقم الأوكتان:

أهم الخصائص للبنزين هو رقم الأوكتان، وهو مقياس لمقدرة البنزين على مقاومة الاحتراق المبكر (طرقات المحرك). هذا الرقم يقاس بالنسبة إلى خليط من (4،2،-2 ثلاثي ميثيل بينتان) أحد متزامرات (isomer) الأوكتان وإن-هيبتان. فمثلا 87 أوكتان تعني أن البنزين له كفاءة تشغيل مثل خليط من 87% أيزو اوكتان، 13% إن-هيبتان. وهذا النظام تم عمله بواسطة روسل ماركر.

الأخطار:

تتواجد في البنزين عديد من الهيدروكربونات (وخاصة الهيدروكربونات الحلقية مثل البنزين الحلقي)، وهذه الهيدروكربونات مثل باقي الإضافات المقاومة لطرقات الموتور لها تأثير سرطاني. ولهذا السبب، فإن التسريبات الكبيرة أو المستمرة للبنزين تسبب تهديدا على الصحة العامة، في حالة وصول البنزين لأي مصدر من مصادر المياه العامة. والخطر الرئيسي للبنزين من هذه التسريبات لا يأتي من السيارات، ولكن من حوادث صهاريج نقل البنزين ومن التسريبات التي يمكن أن تحدث من مستودعات التخزين. ونظرا لوجود مثل هذا الخطر، فإن معظم

مستودعات التخزين يتم متابعتها بصفة دورية للتأكد من عدم حدوث أية تسريبات مثل انود القربان .

ونظرا لأن البنزين متطاير بطبيعته، فإن ذلك يستلزم أن تكون مستودعات التخزين وصهاريج النقل محكمة الغلق. ولكن هذا التطاير العالي للبنزين يمكنه من أن يشتعل في الجو البارد، بعكس الديزل. وعموماً، فإنه يجب عمل قياسات معينة للسماح بالتهوية الكافية للبنزين حتى لا يرتفع الضغط في مستودعات التخزين ويظل مساوي للضغط خارج المستودع. كما أن البنزين يتفاعل مع كيميائيات معينة شائعة الاستخدام مثل: تفاعل البنزين والديريانوالمبتلروالذي ينتج عنه لهب مستمر. كما أن معظم مستودعات التخزين في هذه الأيام بها آلات قياس دقيقة لمراقبة ومنع أى تسريبات، مثل الأنود القرباني، فمثلا يتفاعل البنزين وبلورات الدراينو معا عن طريق الاشتعال التلقائي.

البنزين أيضا من الغازات الملوثة للبيئة. فحتى البنزين الذي لا يحتوى على مركبات الرصاص أو الكبريت، فإنه ينتج ثاني أكسيد الكربون، ثاني أكسيد النيتروجين، أول أكسيد الكربون من عادم المحرك الذي يستخدمه في السيارات.

محتوى الطاقة:

يحتوى البنزين تقريبا علي 45 ميغا جول لكل كيلو جرام: (MJ/kg)

الكثافة الحجمية للطاقة في بعض أنواع الوقود مقارنة بالبنزين:

نوع الوقود	MJ/L	جا/ BTU	جالون	BTU/ أمريكي	RON
البنزين	29.01	000,125		000,104	87-98
غاز البترول المسال	22.16	475,95		500,79	110
وقود الديزل	32.19	690,138		480,115	5-20
زيت تسخين	34.74	690,149		640,124	
الإيثانول	19.59	400,84		300,70	129
الميثانول	14.57	800,62		300,52	150
(الوقود الكحولي 10% إيثانول + 90% بنزين)	28.06	900,120		700,100	

يحتوى الوقود العالي الأوكتان مثل غاز البترول المسال على طاقة أقل من الوقود المنخفض الأوكتان مثل البنزين، مما ينتج عنه أن المحصلة النهائية للقوة تكون أقل. وعموماً فإنه بتعديل المحركات لتعمل بغاز البترول الطبيعي، فإنه يمكن التغلب على مشكلة قلة محصلة الطاقة الكلية. وهذا لأن الوقود العالي الأوكتان يسمح بمزيد من الانضغاط وهذا يعني فراغ أقل في إسطوانة المحرك في شوط الاحتراق. وعلى هذا درجة حرارة أعلى للإسطوانة. ونفايات هيدروكربونية أقل (تلوث أقل، وطاقة مستخدمة أكثر)، أى مستويات طاقة أعلى مع مستويات تلوث أقل.

ويجب ملاحظة أن السبب الرئيسي لقلّة طاقة الغاز المسال أن له كثافة قليلة. ومحتوى الطاقة له أعلى من البنزين (نسبة هيدروجين إلى كربون أعلى). وبمعنى أكثر دقة يتم حرق الكتلة، وليس الحجم.

الإضافات:

الرصاص:

يتم الاعتراف بالخليط أنه بنزين عند استخدامه للانضغاط في محركات الاحتراق الداخلي، وقد كان البنزين سابقا يسبب ما يسمى "طرقات" للمحرك (يسمى أيضا "أزيز" و"قرقعات") نتيجة الاحتراق المبكر. وقد توصلت الأبحاث التي أجراها كل من إيه. إتش. جيبسون وهاري ريكاردو في إنجلترا، وتوماس ميدجلي، وتوماس بويدفي الولايات المتحدة في موضوع طرقات المحرك، بالتوصل إلى أن إضافة مركبات الرصاص تساعد في علاج الطرقات، وتحسين أداء البنزين، مما أدى لانتشار استخدام مركبات الرصاص في العشرينات من القرن العشرين. ومن أشهر إضافات الرصاص رباعي إيثيل الرصاص. ونظرا لتأثير الرصاص على البيئة. ولأن مركبات الرصاص لا تتوافق مع المحولات الحفزية فقد قل استخدام مركبات الرصاص كإضافات منذ 1980 في معظم البلاد. وتم استبدال مركبات الرصاص بمركبات أخرى تقوم بنفس الوظيفة، ومنها الهيدروكربونات الأروماتية، اللإثيرات، (الوقود الكحولي) غالبا الإيثانول، أو الميثانول.

وكان أكبر تأثير لمنع استخدام الرصاص على المحركات، تآكل مقاعد صمامات المحرك حيث أن مركبات الرصاص كانت تساعد على حمايتها. واحتاج العديد ممن يقومون بجمع السيارات عمل بعض التعديلات لمحركاتها لتتوافق مع البنزين المعدل.

ويحتوى البنزين أيضا على إضافات تقلل من تواجد الكربون في المحرك، مما يحسن من عملية الاحتراق ويسمح بتشغيل أفضل في ظروف الجو الباردة.

: MMT

ميثيل سيكلو بينتا داينيل منجنيز (MMT) يستخدم من عدة سنين في كندا وحديثا في أستراليا لتحسين الأوكتان. وتساعد أيضا السيارات القديمة المصممة للعمل بالوقود الذي به رصاص على العمل بالوقود الخالي من الرصاص بدون الحاجة لإضافات لمنع مشاكل التسريب من الصمامات.

وحاليا هناك جدل مستمر حول ما إذا كان MMT ضار بالبيئة أم لا.

: الخلط المتأكسج :

الخلط المتأكسج هو إضافة الأكسجين للوقود بالمركبات الأكسجينية مثل ميثيل ثالثي بيوتيل الإيثر، الإيثانول، ETBE، وهذا يقلل كمية أول أكسيد الكربون وكمية الوقود الغير محترق الخارج مع العادم، وبالتالي يقلل الدخان. وفي عديد من المناطق في الولايات المتحدة فإن الخلط المتأكسج إجباري. فمثلا في جنوب كاليفورنيا، يجب أن يحتوى الوقود على 2% من الأكسجين بالوزن. ويعرف الوقود الناتج بالبنزين المعدل أو البنزين المتأكسج.

MTB يتم الاستغناء عنه نظرا لتأثيره الملوث على المياه الجوفية، كما أنه ممنوع في بعض المناطق. ويتم استخدام MTBE المحتوى على إيثانول كبديل. وخاصة الإيثانول المستخرج من

المكونات العضوية مثل الذرة، قصب السكر، ويسمى في هذه الحالة "إيثانول"-حيوي. ويطلق على مخلوط الإيثانول-بنزين جازول. وأكثر المناطق استخداما للإيثانول في البرازيل، حيث يستخرج الإيثانول من قصب السكر. واستخدام الإيثانول-"الحيوي"، سواء بطريقة مباشرة، أو بطريقة غير مباشرة في-"MTBE الحيوي"، يتم تشجيعه بقوة من الإتحاد الأوربي للوقود الحيوي.

أهمية ضبط جودة الجازولين:

1/ ضمان صحة و سلامة المستهلكين

2/ ضمان سلامة البيئة

3/ ضمان سلامة المحركات

الفصل الثاني

القسم العملي

القسم العملي

ضبط جودة الجازولين باستخدام تقنية GC و قياس الخواص الفيزيائية

الخواص الفيزيائية

تم قياس الكثافة والنزوجة لعينة الجازولين في المعمل كالاتي :

الاجهزة :

جهاز الفوسكوميتير - ميزان حساس - ثيرموميتر .

الأدوات الزجاجية :

كأسات سعة 100 مل لتر، 1 لتر - أسطوانة قياس .

المواد :

عينة جازولين - ماء مقطر - أستون .

طريقة قياس الكثافة :

وزنت زجاجة كثافته نظيفة وجافة ومعلومة الحجم وكان وزنها يساوي 14.8209g ثم ملئت بالعينه وكان وزنها وهي ممتلئة يساوي 32.217 g .

الحسابات:

وزن زجاجة الكثافه وهي فارغه=14.8209 جم

وزن الزجاجه والعيانه=32.217 جم

وزن عينة الجازولين = وزن زجاجة الكثافة وهي فارغة - وزنها وهي ممتلئه

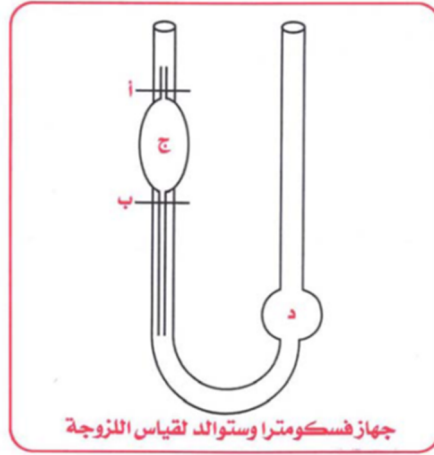
وزن العينه = 14.8209-32.217 = 17.3961 جم

حجم زجاجة الكثافة= 25 مل

:: الكثافة = الوزن/الحجم

:: الكثافة = 25/17.3961 = 0.6958 جرام/سم³.

قياس اللزوجة :



شكل رقم (7) يوضح جهاز الفسكوميتر

طريقة العمل :

نظف جهاز الفسكوميتر بالماء المقطر جيداً ثم جفف باستخدام الاستون وادخلت كمية معينة من الماء المقطر (15مل) الى جهاز الفسكوميتر بحيث يملئ الثلث الاخير المنتفخه الزجاجية (A)، وضع الفسكوميتر في حمام مائي منظم على الدرجة المطلوبة وترك ليتزن حرارياً ، سحب الماء المقطر بواسطة المفرغة المطاطية المربوطة بالزراع الاخر من مقياس اللزوجة من المنتفخة الزجاجية بحيث يصل مستوى السائل الى العلامة (a) .(يكون تقعر الماء المقطر a) ،حسب الزمن اللازم لانخفاض مستوى الماء من النقطة a الى b واعيدت عملية حساب زمن الانسياب خمسة مرات حتي اصبحت القراءات الفرق بينها صغير جداً ثم اعيدت هذه العملية وفي نفس الظروف باستبدال الماء المقطر بعينة الجازولين .

الحسابات :

- كثافة الماء المقطر عند درجة حرارة 25 درجة مئوية = 1 جم/سم³
- كثافة الجازولين عند درجة حراره 25 درجة مئوية = 0.6958 جم/سم³
- متوسط زمن انسياب الماء المقطر عند درجة حراره 25 درجة مئوية = 4.4 ثانيه
- متوسط زمن انسياب الجازولين عند نفس درجة الحرارة = 5.6 ثانية
- لزوجة الماء عند درجة الحرارة 25 درجة مئوية = 8.909 × 10⁻⁴ بوايز

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} * \frac{t_1}{t_2}$$

$$\eta_2 = \frac{8.909 * 10^{-4} * 0.6958 * 5.6}{4.4}$$

$$\eta_2 = 0.7889 \cdot 10^{-3} \text{Poise}$$

∴ اللزوجة لعينة من الجازولين = $0.7889 \cdot 10^{-3} \text{Poise}$

طريقة فصل مكونات الجازولين بواسطة جهاز كروماتوغرافيا الغاز (GC):

تم حقن عينة الجازولين بواسطة إبرة حقن Syringe من خلال فتحة الحقن (المحقن Injector)

حيث يمر الغاز الحامل من أسطوانة مضغوطة خلال منظم الضغط الذي يتحكم في معدل سريان الغاز الحامل خلال العمود ، فالغاز الحامل نقل مكونات الجازولين عبر العمود حيث تم فصلها عن بعضها بناءً على إختلاف معاملات توزيعها بين الغاز الحامل والطور الثابت ، ومن ثم مرت المكونات المفصولة واحدة تلو الأخرى عبر المقدر الذي يستجيب لكل مكون حسب تركيزه حيث يتصل المقدر بمسجل يقوم بتسجيل إستجابة المقدر على هيئة سن (peak) .

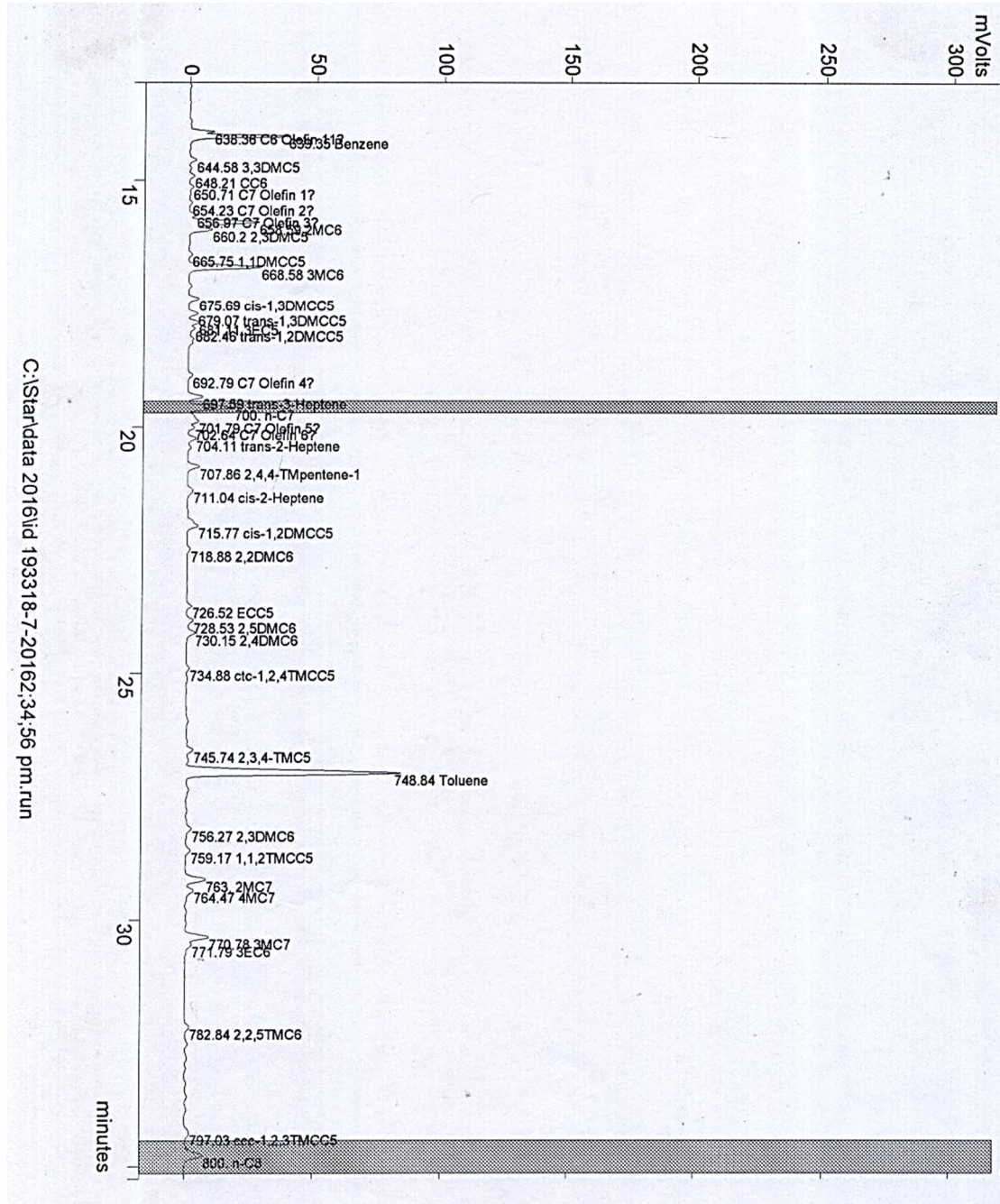
الفصل الثالث

**نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز لعينة
الجازولين**

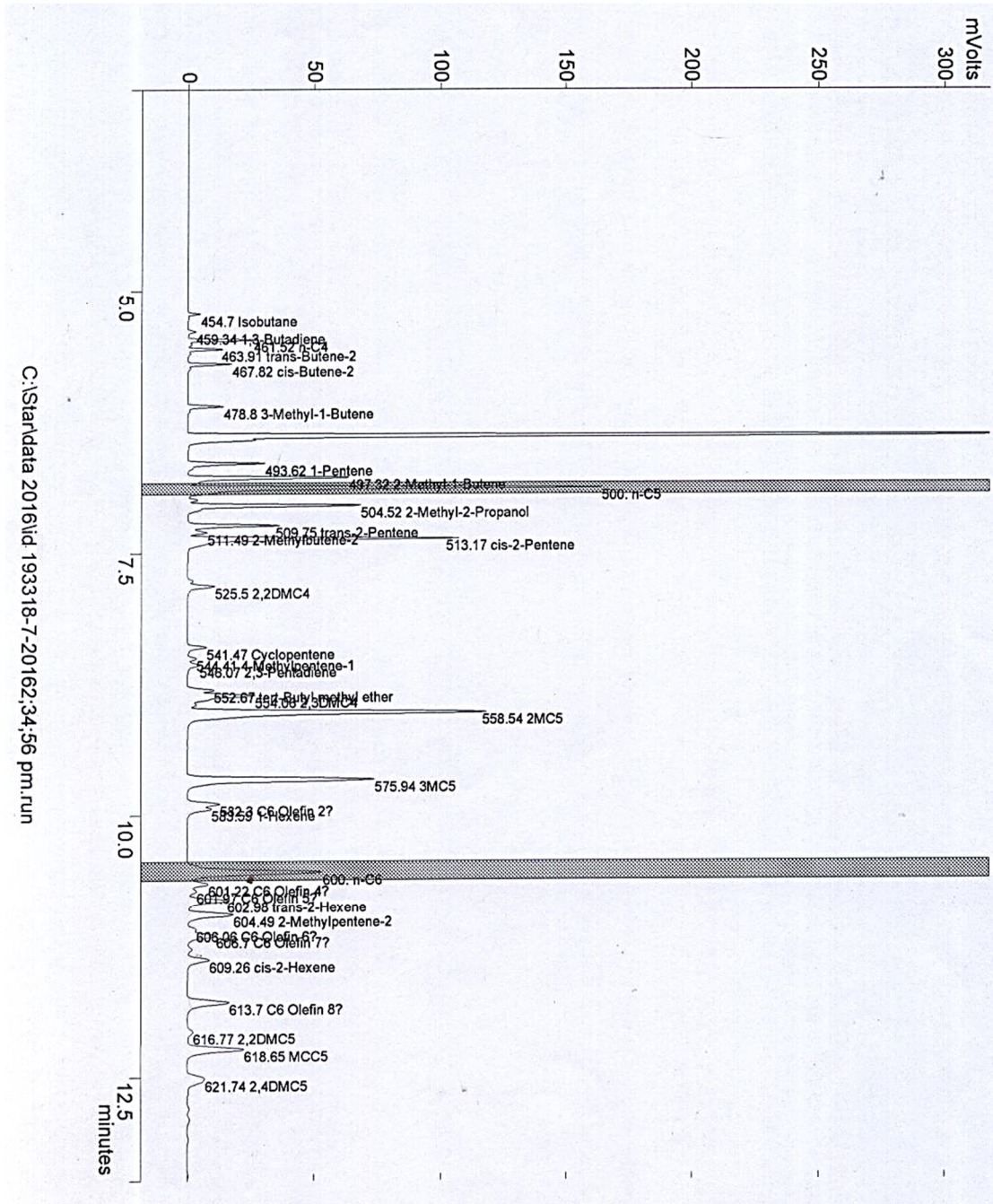
نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز لعينة الجازولين

الأشكال التالية توضح المكونات المفصولة في عينة الجازولين :

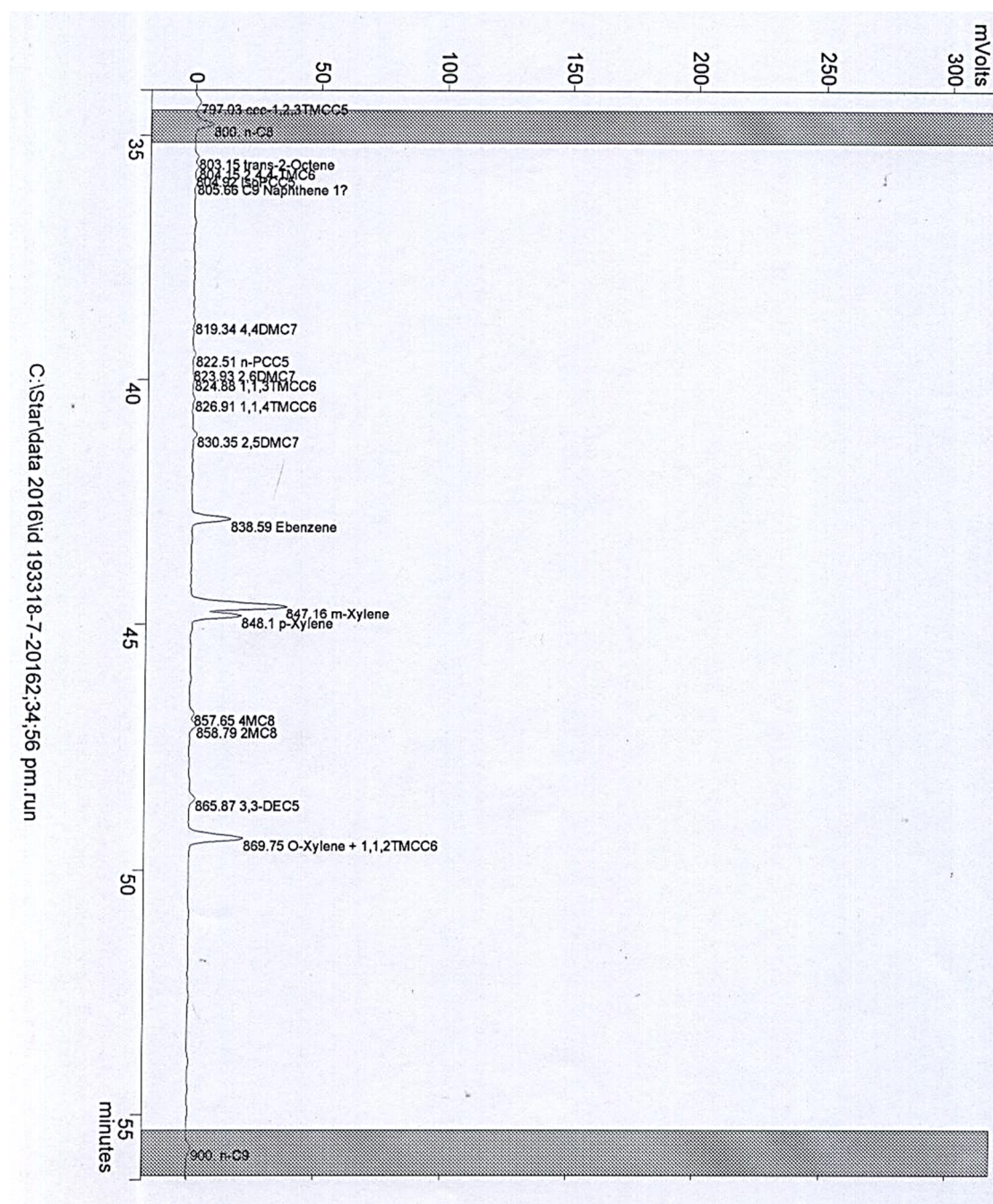
شكل رقم (1)



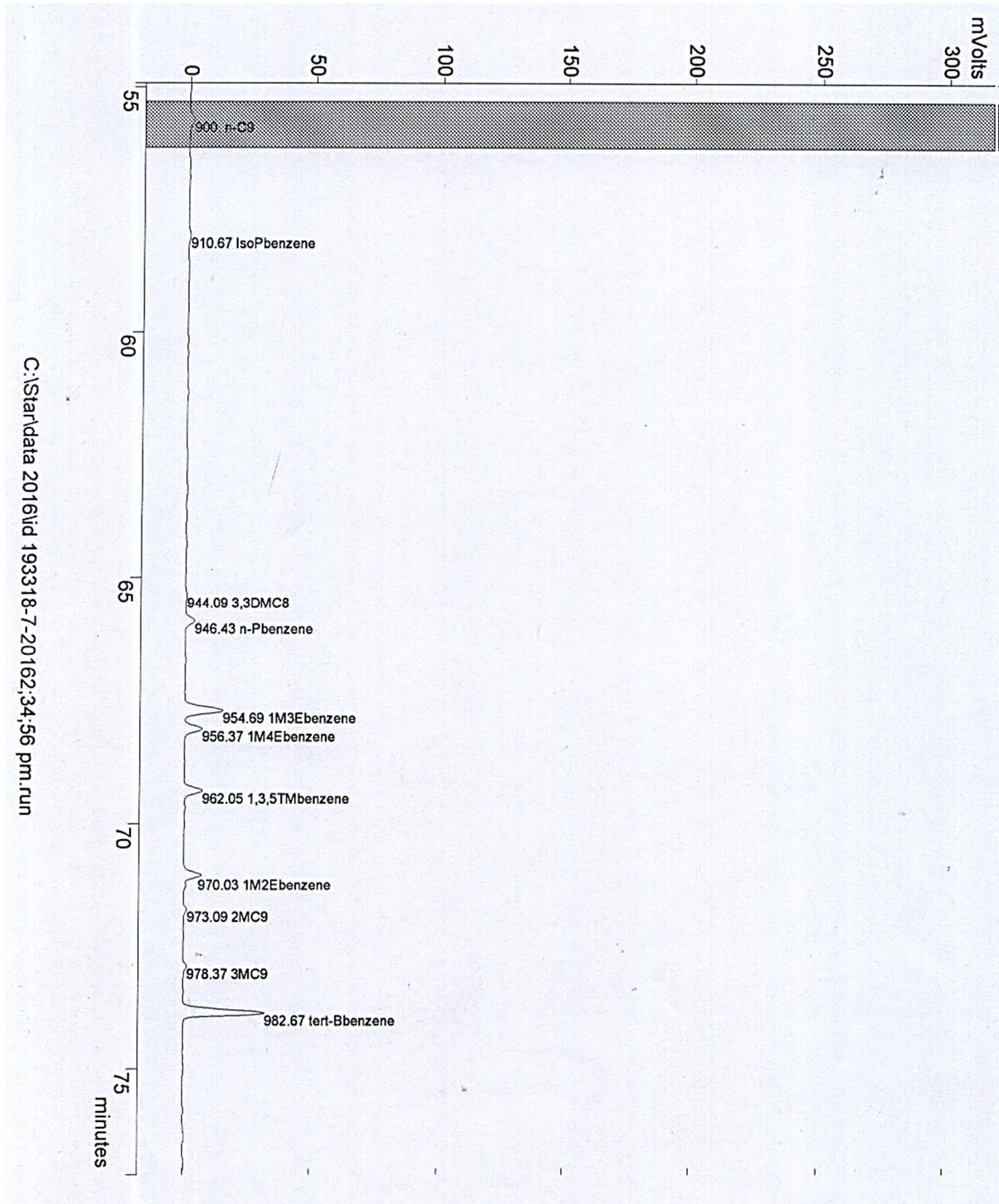
شكل رقم (2)



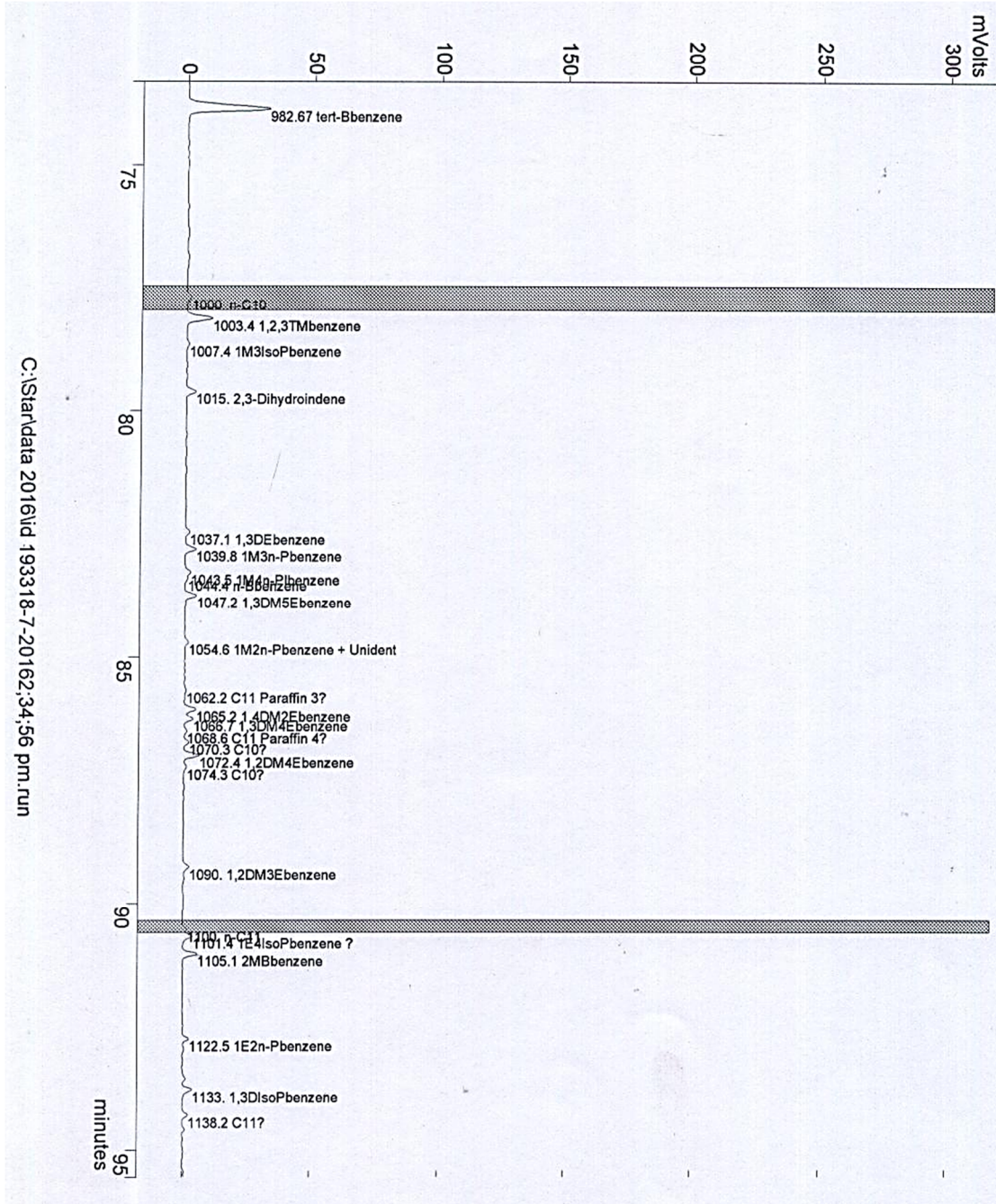
شكل رقم (3)



شكل رقم (4)



شكل رقم (5)



شكل رقم (7) يوضح نسب المكونات المفصولة في عينة الجازولين

MINISTRY OF PETROLEUM & GAS (Mop)
SUDANESE PETROLEUM CORPORATION (SPC)
PETROLEUM LABORATORIES, RESEARCH & STUDIES (PLRS)
Khartoum Elamarat Street 61
Tel: +(249)-1-83571064 - +(249)-1-83429641
Fax: +(249)-1-83 429641
P.O.BOX:2986
E-mail: info.cpl@spc.sd

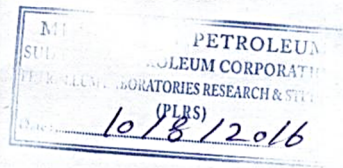


وزارة النفط والغاز
المؤسسة السودانية للنفط
المعامل والبحوث والدراسات النفطية
الخرطوم العمارات شارع 61
تلفون: +(249)-1-83571064 - +(249)-1-83429641
فاكس: +(249)-1-83 429641 - ص.ب 2986

TEST REPORT

Sample Type: جازولين
Sample Code: PIONA/0816/000280
Sample ID: 0019331
Customs Name: Student
Customs Ref: _____
Date / Time Received: 03/08/2016
Report number: 0019331
Date/time report: 10/8/2016

Components	Test Method	Wt%	Vol%	Mol%
Aromatics	ASTM D5134	37.04	31.29	31.65
Iso-Paraffins		29.00	32.12	30.00
Naphthenes		3.937	3.810	3.771
Olefins		15.94	17.48	18.99
Paraffins		11.01	12.36	12.12
Oxygenates		2.564	2.425	3.144
Unknowns		0.5120	0.5130	0.3230



• TEST (S) Has have been subcontracted ,please refer to PLRS for details
• No part of this report can be reproduced except full in any form or by any electronic or mechanical including photocopying and recording without
Reported by: Marwan Neoh

شكل رقم (8)

Varian Detailed Hydrocarbon Analysis * Version 5.5*** S/N 00170**

Analysis File: C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Calibration File C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Operator: tawfeeg

Instrument: PIONA

Channel: Front

Sample Name: id 19331

Inject Time: 8/7/2016 3:34:56 PM

AutoSampler Report:

Sample Notes:

Hydrocarbon Totals by Group Type

Type	Wt %	Vol %	Mol %
Total Aromatics	37.039	31.293	31.652
Total Iso-Paraffins	28.999	32.118	29.999
Total Naphthenes	3.937	3.810	3.771
Total Olefins	15.935	17.478	18.993
Total Oxygenates	2.564	2.425	3.144
Total Paraffins	11.013	12.362	12.117
Total Unknowns	0.512	0.513	0.323
Total:	100.00	100.00	100.00

8/10/2016 11:51:31 AM

1

شكل رقم (9)

Varian Detailed Hydrocarbon Analysis * Version 5.5*** S/N 00170**

Analysis File: C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Calibration File C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Operator: lawfeeg

Instrument: PIONA

Channel: Front

Sample Name: id 19331

Inject Time: 8/7/2016 3:34:56 PM

AutoSampler Report:

Sample Notes:

Types by Carbon Number

Class	Carbon Number	Weight %	Volume %	Mole %
Aromatics				
	6	2.136	1.786	2.540
	7	7.481	6.344	7.540
	8	11.873	10.057	10.384
	9	6.802	5.722	5.259
	10	7.040	5.944	4.878
	11	1.302	1.093	0.820
	12	0.404	0.349	0.231
		37.039	31.293	31.652
Iso-Paraffins				
	5	7.703	9.116	9.913
	6	9.143	10.206	9.850
	7	6.159	6.612	5.676
	8	3.494	3.655	2.840
	9	1.673	1.703	1.211
	10	0.444	0.446	0.290
	11	0.196	0.195	0.116
	12	0.187	0.184	0.102
		28.999	32.118	29.999
Naphthenes				
	6	1.306	1.277	1.441
	7	1.523	1.478	1.440
	8	0.809	0.772	0.670
	9	0.299	0.284	0.220
		3.937	3.810	3.771

8/10/2016 11:51:31 AM

Page 1 of 2

Class	Carbon Number	Weight %	Volume %	Mole %
Olefins				
	4	0.624	0.750	1.036
	5	7.066	7.916	9.370
	6	5.432	5.859	5.993
	7	2.253	2.377	2.131
	8	0.560	0.577	0.463
		<u>15.935</u>	<u>17.478</u>	<u>18.993</u>
Oxygenates				
	4	2.221	2.082	2.782
	5	0.344	0.343	0.362
		<u>2.564</u>	<u>2.425</u>	<u>3.144</u>
Paraffins				
	4	0.583	0.743	0.932
	5	4.177	4.893	5.375
	6	2.606	2.901	2.808
	7	1.532	1.645	1.412
	8	1.273	1.328	1.035
	9	0.390	0.400	0.283
	10	0.197	0.199	0.129
	11	0.146	0.145	0.087
	12	0.089	0.088	0.049
	13	0.020	0.020	0.010
		<u>11.013</u>	<u>12.362</u>	<u>12.117</u>
Unknowns				
	10	0.320	0.322	0.209
	11	0.193	0.191	0.114
		<u>0.512</u>	<u>0.513</u>	<u>0.323</u>
Grand Total:		<u>100.00</u>	<u>100.00</u>	<u>100.00</u>

Varian Detailed Hydrocarbon Analysis * Version 5.5*** S/N 00170**

Analysis File: C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Calibration File C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Operator: lawfeeg

Instrument: PIONA

Channel: Front

Sample Name: id 19331

Inject Time: 8/7/2016 3:34:56 PM

AutoSampler Report:

Sample Notes:

RON, MON, RVP, Wt%H, Wt%O, C/H Ratio

Research Octane Number =	92.84
Motor Octane Number =	N/A
Reid Vapor Pressure(Psi) =	7.55
Reid Vapor Pressure(kPa) =	52.06
Weight % Hydrogen =	13.38
Weight % Oxygen =	0.54
Carbon/Hydrogen Mole Ratio =	0.54
Temperature @ V/L=20(deg C)=	56.17

8/10/2016 12:03:00 PM

شكل رقم (10)

Varian Detailed Hydrocarbon Analysis *** Version 5.5*** S/N 00170

Analysis File: C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Calibration File C:\Star\data 2016\id 193318-7-20162;34;56 pm.run

Operator: tawfeeg

Instrument: PIONA

Channel: Front

Sample Name: id 19331

Inject Time: 8/7/2016 3:34:56 PM

AutoSampler Report:

Sample Notes:

Identified Components Listed in Chromatographic Order

Min.	Index	Component	Area	Wt %	Vol %	Mol %	Shift
5.221	454.70	Isobutane	5194	0.083	0.110	0.133	-0.016
5.391	459.34	1,3-Butadiene	4237	0.063	0.075	0.108	0.002
5.470	461.52	n-C4	31226	0.500	0.632	0.799	0.001
5.558	463.91	trans-Butene-2	15677	0.242	0.296	0.401	-0.002
5.701	467.82	cis-Butene-2	20606	0.318	0.379	0.527	-0.002
6.102	478.80	3-Methyl-1-Butene	19077	0.295	0.345	0.390	-0.046
6.384	486.50	Isopentane	484675	7.703	9.116	9.913	-0.002
6.644	493.62	1-Pentene	46010	0.711	0.814	0.941	-0.036
6.780	497.32	2-Methyl-1-Butene	98809	1.527	1.721	2.021	-0.060
6.878	500.00	n-C5	262780	4.177	4.893	5.375	0.000
7.043	504.52	2-Methyl-2-Propanol	108810	2.221	2.082	2.782	0.057
7.234	509.75	trans-2-Pentene	59490	0.919	1.040	1.217	0.118
7.298	511.49	2-Methylbutene-2	14348	0.222	0.247	0.294	0.002
7.359	513.17	cis-2-Pentene	193557	2.990	3.346	3.959	-0.005
7.810	525.50	2,2DMC4	18947	0.300	0.341	0.323	0.072
8.394	541.47	Cyclopentene	15493	0.233	0.223	0.317	0.533
8.502	544.41	4-Methylpentene-1	7056	0.109	0.121	0.120	0.253
8.563	546.07	2,3-Pentadiene	11317	0.170	0.181	0.232	0.232
8.804	552.67	tert-Butyl methyl ether	17698	0.344	0.343	0.362	-0.003
8.855	554.06	2,3DMC4	64293	1.017	1.128	1.096	0.185
9.019	558.54	2MC5	298961	4.729	5.315	5.096	0.221
9.655	575.94	3MC5	195732	3.096	3.422	3.336	0.219
9.888	582.30	C6 Olefin 2?	32268	0.499	0.550	0.550	0.171

8/10/2016 12:04:53 PM

Page 1 of 5

Min.	Index	Component	Area	Wt %	Vol %	Mol %	Shift
9.935	583.59	1-Hexene	24975	0.386	0.421	0.426	0.182
10.535	600.00	n-C6	164729	2.606	2.901	2.808	0.000
10.646	601.22	C6 Olefin 4?	23226	0.359	0.395	0.396	-0.061
10.714	601.97	C6 Olefin 5?	9810	0.152	0.167	0.167	-0.081
10.805	602.98	trans-2-Hexene	47483	0.734	0.794	0.809	-0.114
10.943	604.49	2-Methylpentene-2	53093	0.820	0.877	0.905	-0.146
11.084	606.06	C6 Olefin 6?	7579	0.117	0.126	0.129	-0.082
11.142	606.70	C6 Olefin 7?	34702	0.536	0.577	0.592	-0.262
11.375	609.26	cis-2-Hexene	25457	0.393	0.420	0.434	-0.351
11.777	613.70	C6 Olefin 8?	54910	0.848	0.912	0.936	-0.643
12.056	616.77	2,2DMC5	8133	0.128	0.140	0.118	0.436
12.226	618.65	MCC5	76299	1.179	1.156	1.301	0.550
12.507	621.74	2,4DMC5	37257	0.587	0.641	0.541	0.633
14.014	638.36	C6 Olefin 11?	31056	0.480	0.500	0.529	-0.164
14.104	639.35	Benzene	148982	2.136	1.786	2.540	-0.122
14.578	644.58	3,3DMC5	12350	0.195	0.206	0.180	-0.029
14.908	648.21	CC6	8238	0.127	0.120	0.140	-0.077
15.134	650.71	C7 Olefin 1?	5753	0.089	0.095	0.084	-0.002
15.454	654.23	C7 Olefin 2?	4200	0.065	0.070	0.061	0.004
15.701	656.97	C7 Olefin 3?	13111	0.203	0.217	0.192	-0.004
15.849	658.59	2MC6	133106	2.099	2.272	1.934	0.012
15.995	660.20	2,3DMC5	43606	0.688	0.727	0.634	-0.055
16.498	665.75	1,1DMCC5	6016	0.093	0.091	0.088	0.003
16.754	668.58	3MC6	137235	2.164	2.313	1.994	0.007
17.399	675.69	cis-1,3DMCC5	19715	0.305	0.300	0.288	1.185
17.706	679.07	trans-1,3DMCC5	16326	0.252	0.247	0.239	-0.056
17.891	681.11	3EC5	18944	0.299	0.314	0.275	0.067
18.013	682.46	trans-1,2DMCC5	10889	0.168	0.165	0.159	-0.055
18.951	692.79	C7 Olefin 4?	8960	0.138	0.146	0.131	-0.346
19.385	697.59	trans-3-Heptene	29779	0.460	0.484	0.435	0.085
19.604	700.00	n-C7	97142	1.532	1.645	1.412	0.000
19.876	701.79	C7 Olefin 5?	37966	0.587	0.620	0.555	-0.046
20.004	702.64	C7 Olefin 6?	13283	0.205	0.217	0.194	-0.061

Min.	Index	Component	Area	Wt %	Vol %	Mol %	Shift
20.228	704.11	trans-2-Heptene	15617	0.241	0.253	0.228	0.001
20.797	707.86	2,4,4-TMpentene-1	26085	0.403	0.417	0.334	-0.357
21.278	711.04	cis-2-Heptene	17180	0.265	0.276	0.251	-0.010
21.996	715.77	cis-1,2DMCC5	34491	0.533	0.510	0.504	-0.028
22.467	718.88	2,2DMC6	7878	0.124	0.131	0.101	-0.119
23.626	726.52	ECC5	11143	0.172	0.165	0.163	-0.027
23.930	728.53	2,5DMC6	17126	0.269	0.285	0.219	0.580
24.176	730.15	2,4DMC6	26130	0.411	0.431	0.334	0.679
24.893	734.88	ctc-1,2,4TMCC5	6954	0.107	0.106	0.089	-0.039
26.539	745.74	2,3,4-TMC5	13496	0.212	0.218	0.173	0.136
27.009	748.84	Toluene	516050	7.481	6.344	7.540	0.245
28.137	756.27	2,3DMC6	11038	0.174	0.179	0.141	-0.028
28.576	759.17	1,1,2TMCC5	13094	0.202	0.194	0.167	-0.002
29.157	763.00	2MC7	56743	0.892	0.940	0.725	0.667
29.380	764.47	4MC7	28643	0.451	0.470	0.366	-0.001
30.337	770.78	3MC7	61171	0.962	1.002	0.782	-0.011
30.491	771.79	3EC6	13455	0.212	0.218	0.172	0.074
32.166	782.84	2,2,5TMC6	12504	0.196	0.205	0.142	-0.017
34.317	797.03	ccc-1,2,3TMCC5	23252	0.359	0.339	0.297	-0.432
34.768	800.00	n-C8	67468	1.061	1.110	0.863	0.000
35.426	803.15	trans-2-Octene	10139	0.157	0.160	0.130	0.042
35.634	804.15	2,4,4-TMC6	11081	0.174	0.178	0.126	-0.333
35.794	804.92	IsoPCC5	1152	0.018	0.017	0.015	0.235
35.951	805.66	C9 Naphthene 1?	7181	0.111	0.105	0.082	0.463
38.809	819.34	4,4DMC7	5458	0.086	0.087	0.062	-0.236
39.471	822.51	n-PCC5	7941	0.123	0.117	0.102	0.051
39.768	823.93	2,6DMC7	1404	0.022	0.023	0.016	0.043
39.966	824.88	1,1,3TMCC6	6007	0.093	0.088	0.068	0.001
40.389	826.91	1,1,4TMCC6	6148	0.095	0.091	0.070	-0.005
41.107	830.35	2,5DMC7	10819	0.170	0.173	0.123	0.066
42.830	838.59	Ebenzene	120083	1.755	1.489	1.535	0.053
44.620	847.16	m-Xylene	345713	5.053	4.300	4.420	-0.012
44.816	848.10	p-Xylene	137689	2.013	1.719	1.760	-0.171

Min.	Index	Component	Area	Wt %	Vol %	Mol %	Shift
46.811	857.65	4MC8	15929	0.250	0.257	0.181	0.336
47.049	858.79	2MC8	27091	0.425	0.438	0.308	0.086
48.530	865.87	3,3-DEC5	22327	0.350	0.342	0.254	0.005
49.339	869.75	O-Xylene + 1,1,2TMCC6	208743	3.051	2.550	2.669	0.668
55.660	900.00	n-C9	24865	0.390	0.400	0.283	0.000
58.009	910.67	IsoPbenzene	8848	0.130	0.111	0.101	-0.209
65.366	944.09	3,3DMC8	6305	0.099	0.098	0.065	-0.232
65.882	946.43	n-Pbenzene	34011	0.500	0.427	0.387	-0.106
67.701	954.69	1M3Ebenzene	138392	2.036	1.732	1.573	0.083
68.071	956.37	1M4Ebenzene	61130	0.899	0.768	0.695	0.003
69.320	962.05	1,3,5TMbenzene	59660	0.878	0.746	0.678	-0.003
71.076	970.03	1M2Ebenzene	67753	0.997	0.832	0.770	0.175
71.751	973.09	2MC9	10484	0.164	0.166	0.107	0.759
72.912	978.37	3MC9	11546	0.181	0.181	0.118	0.515
73.861	982.67	tert-Bbenzene	255487	3.777	3.206	2.613	0.615
77.675	1000.00	n-C10	12586	0.197	0.199	0.129	0.000
78.111	1003.39	1,2,3TMbenzene	69481	1.022	0.845	0.790	-0.467
78.631	1007.43	1M3IsoPbenzene	6956	0.103	0.088	0.071	-0.066
79.606	1015.03	2,3-Dihydroindene	23589	0.341	0.262	0.268	0.827
82.447	1037.13	1,3DEbenzene	11413	0.169	0.144	0.117	-0.006
82.795	1039.85	1M3n-Pbenzene	28573	0.422	0.361	0.292	-0.053
83.269	1043.54	1M4n-Plbenzene	16841	0.249	0.213	0.172	-0.162
83.384	1044.43	n-Bbenzene	5557	0.082	0.070	0.057	-0.067
83.742	1047.21	1,3DM5Ebenzene	24990	0.369	0.310	0.256	0.014
84.695	1054.63	1M2n-Pbenzene + Unidentified	9379	0.139	0.117	0.096	-0.069
85.669	1062.22	C11 Paraffin 3?	5256	0.082	0.082	0.049	0.237
86.052	1065.19	1,4DM2Ebenzene	29719	0.439	0.368	0.304	-0.007
86.241	1066.67	1,3DM4Ebenzene	21551	0.319	0.269	0.220	-0.052
86.485	1068.57	C11 Paraffin 4?	7236	0.113	0.113	0.067	0.339
86.714	1070.35	C10?	12046	0.189	0.190	0.123	UNK
86.975	1072.38	1,2DM4Ebenzene	35678	0.527	0.444	0.365	-0.021
87.216	1074.25	C10?	8349	0.131	0.132	0.085	UNK
89.243	1090.03	1,2DM3Ebenzene	14083	0.208	0.172	0.144	0.034

Min.	Index	Component	Area	Wt %	Vol %	Mol %	Shift
90.524	1100.00	n-C11	9343	0.146	0.145	0.087	0.000
90.661	1101.40	1E4IsoPbenzene ?	26001	0.386	0.330	0.242	0.338
91.027	1105.11	2MBbenzene	32453	0.482	0.412	0.302	0.514
92.736	1122.46	1E2n-Pbenzene	11475	0.170	0.146	0.107	-1.017
93.770	1132.97	1,3DIsoPbenzene	23772	0.354	0.306	0.203	-0.933
94.282	1138.17	C11?	12309	0.193	0.191	0.114	UNK
96.599	1161.70	Naphthalene	16776	0.237	0.182	0.172	-1.238
97.779	1173.68	C12 Paraffins + Unidentified?	11964	0.187	0.184	0.102	0.670
97.927	1175.19	C11 Aromatics?	5200	0.077	0.066	0.048	0.558
100.370	1200.00	n-C12	5693	0.089	0.088	0.049	0.000
103.451	1236.84	1M4n-Pebenzene+Unidentified	3362	0.050	0.043	0.029	-1.142
106.782	1276.66	2Mnaphthalene	9544	0.136	0.101	0.089	-1.287
108.057	1291.91	1Mnaphthalene	3575	0.051	0.037	0.033	-1.515
108.733	1300.00	n-C13	1301	0.020	0.020	0.010	0.000
			6509526	100.00	100.00	100.00	

المناقشة و التوصيات

1. عينة الجازولين المنتجة من ناحية تركيبية عالية محتوى الأيسوبرافينات حسب نتائج تحليل كروماتوغرافيا الغاز مما يؤكد جودة العينة و مطابقتها للمواصفات المتعلقة بصحة المستهلك.
 2. ارتفاع المحتوى البرافيني متشعب السلاسل و الأروماتي مما يدل على جودة المنتج (ارتفاع رقم الأوكتان)
 3. يخلو المنتج تماماً من C1 – C4 الطبيعية
- كما أن نتائج القياسات الفيزيائية تؤكد مطابقة العينة للنتائج لمسموح بها عالمياً مما يؤكد عدم وجود أثر سلبي لها على المحركات.

المراجع

- 1/ ابراهيم زامل الزامل - التحليل الآلي - دار الخريجين ، 1998
- 2/ د. عماد عبدالقادر – د. لطيف حميد- النفط المنشأ و التكنولوجيا و التركيب- الطبعة الثالثة- دار نشر جامعة الموصل- 1998م
- 3/ أسس الصناعة النفطية – دار بحوث شركة شل- هولندا – 2011 – هولندا أمستردام