وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية

كلية العلوم / قسم الكيمياء

الدراسة الصباحية

بحث بعنوان

الكيمياء الجنائية

بحث مقدم الى مجلس قسم الكيمياء / كلية العلوم وهو كجزء من متطلبات نيل

شهادة البكلوريوس في علوم الكيمياء

مقدم من قبل الطالبة : زهراء احمد عبد الزهرة

بأشراف

أ.م.د : بسام فرعون عبد

1440 هـ

2019 م

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

﴿ وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي وَمَا أُوتِيتُم مِّنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴾

صدق الله العظيم

سورة الاسراء اية (85)

قال رسول الله صلى الله عليه واله وسلم

((من سلك طريقاً يلتمس فيه علماً سهل الله له به طريقاً إلى الجنة))

صدق رسول الله

الاهـــــــــــــــــــداء

الى.....

سيد الكونين نور الظلمتين ابي القاسم محمد(صلى الله عليه واله وسلم)

الى.....

من جعل الله الجنة تحت قدميها.....

من ارضعتني الحب والحنان امي الحبيبة

الى.....

من غرسوا في نفسي الطموح وساندوني في مسيرتي العلمية.....

أشـــــــــد بـــــــــهم أزري ..... ابي واخوتي

الى.....

من كان بمثابة الاخ الحنون منبـــع العلـــــم والمعرفـــة.....

استاذي الفاضل

الى.....

شهداء العراق الابطال ....

الحشد الشعبي المقدس

كلمة شكر

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد...

وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة...

إلى أستاذي المشرف على البحث الذي تفضل علية بالمعلومات الوفيرة والملاحظات المهمة ...

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة...

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل.....

والله ولي التوفيق

الخلاصة :

تعد الكيمياء الجنائية واحدة من أهم علوم الأدلة الجنائية المكملة لبقية علوم الأدلة الأخرى ، والمختصة بالفحص الكيميائي للمخلفات الكيميائية بواسطة طرق التحليل التقليدية وطرق التحليل الآلية.

إن الكيمياء الجنائية مفهوم يعبر عن الكيمياء التحليلية التطبيقية ولكن بشكل أوسع ، فالكيمياء التحليلية تشمل التحاليل الكمية والنوعية فقط بينما تشمل الكيمياء الجنائية - علاوة على اعتمادها على التحاليل الكمية والنوعية - إمكانية قيامها بإجراء المقارنة والمضاهاة بين العينات المختلفة، ومدى الارتباط فيما بينها في المجالات المختلفة المرتبطة بالجرائم . كما تتمثل مهمة الكيمياء الجنائية في ربط العلاقة بين المشتبه به ومسرح الحادث حيث يضطلع الكيميائي بمهمات شاقة ، فيجب عليه معرفة العوامل و الظروف الطبيعية والكيميائية المصاحبة لعملية جمع ورفع وتحريز ونقل العينات ، ثم تحليلها وتفسير نتائجها بالإضافة إلى المحافظة على هذه العينات - سواء المرفوعة من مسرح الحادث ، أو من المشتبه به – من التلوث مستقبلا والتلف لاحتمال الاستفادة منها. يتم في المختبر الكيمياء الجنائية فحص الآثار المادية الضئيلة الناتجة عن بقايا العمليات التالية :

-1 مخلفات الحرائق

-2 المتفجرات

-3 مخلفات الإطلاق الناري

-4 الطلاء

-5 الزجاج

-6 التربة

فلكل نوع من هذه الآثار طريقة خاصة لرفعها من مسرح الحادث ، ومن ثم نقلها إلى المعمل الجنائي ويمكن ألكشف عن المواد المجهولة من خلال طريقتين :

-1 استخدام الطرق الكيميائية اللونية الأولية التي تعتمد على استخدام كواشف معينة في التعرف الأولي على هذه الآثار والمخلفات .

-2 استخدام الأجهزة التحليلية الحديثة ،لإعطاء دقة ومصداقية عالية .

ولعل من المهم أن نفرق بين مصطلحين مهمين في المجال الجنائي هما:

ألأثر المادي :وهو العينة التي ترفع وتحرز من مسرح الحادث مهما كانت طبيعتها.

الدليل المادي :هو الأثر الذي يعطي نتيجة ايجابية بعد تحليله ومقارنته بالعينات القياسية

الفصل الاول

كيمياء الحرق

جمع عينات مخلفات الحرائق :

يجب على الكيميائي المسؤول عن رفع العينات في مسرح حادث الحريق لبس القفازات النظيفة ، واستخدام أدوات رفع نظيفة، مع ملاحظة أن أدوات الرفع تختلف باختلاف العينة المطلوب رفعها ، كما يجب عليه القيام بأهم خطوة هذا النوع من المسارح وهي ، تحديد نقطة بداية الحريق قبل البدء في رفع العينات في ، ويمكن التعرف عليها بإحدى الوسائل التالية:

-1 الظواهر الفيزيائية ومنها :

*** وجود أعواد ثقاب.**

***وجود حاويات تحوي على وقود قابل للاشتعال.**

-2المقدر الهيدروكربوني :

وهو عبارة عن جهاز متنقل ، سهل الحمل ، يمكن الاستفادة منه في التعرف على المواقع المحتملة لبقايا المواد البترولية المستخدمة كمسرعات للاشتعال مثل : ألبنزين ، و الديزل ، والكيروسين في مسرح الحادث.

ويقوم هذا الجهاز بإعطاء قراءات عند وجود مواد هيدروكربونية ويوجد من هذا الجهاز عدة أنواع مختلفة .

شكل المقدر الهيدروكربوني

يساعد هذا الجهاز في جمع العينات عن طريق تحديد نقطة بداية الحريق ، ومواقع بقايا المواد البترولية فقط دون غيرها. وبعد تحديد نقطة بداية الحريق يتم رفع العينات، وفيما يلي توضيح لطريقة الرفع

أ-العينات الصلبة

عند وجود عينات صلبة محترقة في مسرح حادث الحريق: يجب رفع العينات الممتصة للسوائل كالسجاد والورق، والقماش. ويفضل أن تكون هذه العينات محترقة جزئيا لاحتمالية وجود بقايا لمسرع الاشتعال متشبعة بالجزء غير المحترق فيها. بعد ذلك، يتم رفعه وتحريزه في أكياس بلاستيكية عديمة المسامات كأكياس النايلون. ثم تربط بأحكام وتوضع في علب معدنية محكمة الإغلاق، تلافيا لتطاير مكونات مسرع الاشتعال.

ب العينات السائلة

عند وجود عينات سائلة في مسرح حادث الحريق ترفع العينات باستخدام أنابيب ماصة أو بعض الأدوات ذات القدرة على الامتصاص. ويفضل أخذ كمية قليلة تتراوح مابين20-2ملليتر من المادة السائلة، ووضعها هذه الأنابيب. ويتم تقدير هذه المواد مباشرة في أجهزة التحليل الكروماتوغرافي .

ج- العينات الغازية

في الوقت الحاضر يمكن استخدام نوعا من الكلاب البوليسية والتي يكون لديها القدرة على كشف رائحة المواد البترولية في مسرح الحادث. كما يمكن الكشف عنها باستخدام المقدار الهيدروكربوني المتنقل في مسرح الحادث. وذلك لمعرفة ما إذا كانت هذه المادة الغازية من المواد المسرعة للاشتعال أم لا.

تجهيز وتحضير العينة للتحليل

يقصد بتجهيز وتحضير العينة استخلاص واستعادة المواد المسرعة للاشتعال القابلة للتطاير من عينات بقايا الحريق تمهيدا لحقنها في جهاز التحليل حيث يوجد العديد من الطرق التحليلية لهذه العينات، من أهمها : الطرق الكروماتوغرافية ، والطرق الطيفية، كما يمكن استخدام العديد من طرق الاستخلاص التقليدية والحديثة مثل: الاستخلاص بالتقطير ،والاستخلاص بالمذيبات؛ وكذلك الامتزاز.

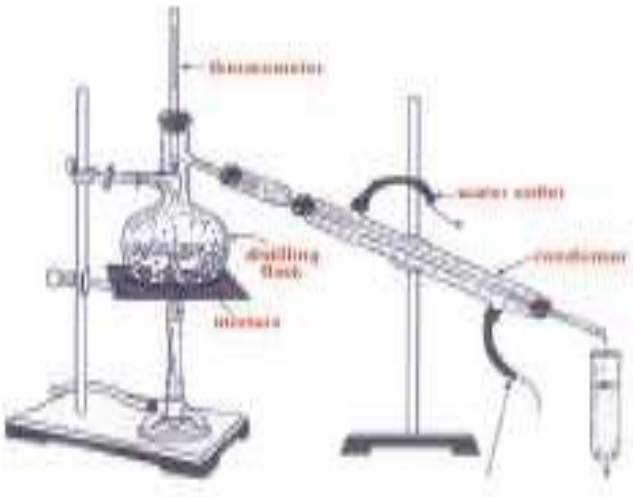
أهم الطرق المستخدمة في تجهيز العينات

1- التقطير

وهي طريقة مستخدمة على نطاق واسع لفصل المخاليط على أساس الاختلاف في درجة الغليان مكونات الخليط السائل. ويمكن تسخين السائل الذي يحتوي على العديد من المركبات التي تختلف في نقطة الغليان ليتحول إلى غاز. ثم يتكثف مرة أخرى ويعود إلى الشكل السائل . بعد ذلك، تجمع كل عينة على حدة . ويستخدم لاستخلاص

المواد القابلة للتطاير إذا كانت كمية العينة متوفرة بشكل كاف. وتعتبر تقنية التقطير من أول التقنيات المستخدمة

في استخلاص مخلفات الحرائق كما في الشكل التالي



2- الاستخلاص بالمذيبات

تتضمن طريقة الاستخلاص بالمذيبات إضافة كمية من المذيب وغمر العينة بالكامل بهذا المذيب ومن ثم شطفه وترشيحه للحصول على المادة المراد استخلاصها مركزة في جزء من المذيب.

الامتزاز

تعتمد هذه الطريقة على تطاير المواد من العينة المرفوعة من مسرح الحادث وترسبها على سطح مهيأ لامتزاز العينات حيث توضع العينة في عبوة بلاستيكية مقواه أو أكياس من النايلون ثم تسخن ثم يعرض سطح الإبرة - الذي يحتوي على ألياف لها القدرة على الامتزاز - للعينة، وتترك لمدة عشرين دقيقة تقريبا بعد ذلك تغلق الإبرة، ويغلق كيس العينة وتحقن مباشرة في جهاز الكروماتوغرافيا الغازي.

الفصل الثاني
كيمياء المتفجرات

التحليل العملي للمتفجرات

أن بقايا المواد المتفجرة تحتوي على بعض الايونات مثل: النترات ،والفوسفات والصوديوم ، التي يمكن استخدامها كمواد مؤكسدة لذا يهدف الكشف عنها لمعرفة ما إذا كانت موجودة عند المستوى الطبيعي لها أم لا حيث أن وجود مثل هذه المواد فوق المستوى الطبيعي قد يثير الاشتباه والشك ، لذا فبعد جمع العينات المشتبه باحتوائها على مواد متفجرة من مسرح الحادث تبدأ المرحلة الثانية المتعلقة بتحليلها وكشف مكوناتها والطرق المستخدمة لتحضيرها

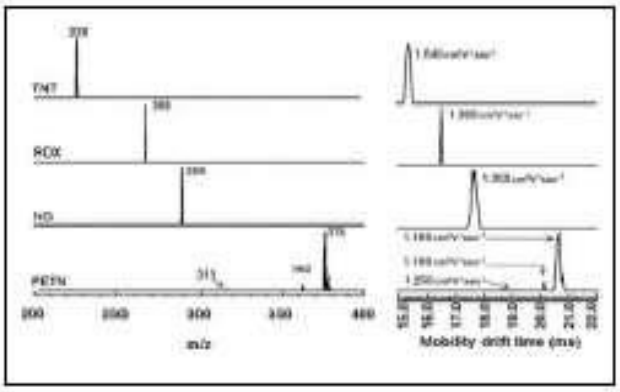
طرق تحليل المتفجرات

تنقسم طرق تحليل المتفجرات إلى طريقتين:

1- طرق فحص المتفجرات في الأماكن الحساسة : يعد جهاز مطياف الانتقال الأيوني من أكثر ألأجهزة استخداما في فحص الأماكن الحساسة، كما هو موضح في الشكل التالي

حيث تؤخذ مسحة من العينة المرغوب فحصها وتمرر على مطياف الجهاز المزود بحساس للكشف عنها فعند سماع صوت إنذار: فإنه يدل على الاشتباه بوجود مادة متفجرة، والعكس صحيح. لهذا فإنه عند ظهور هذا الصوت يجب إرسال العينة للكشف والتحليل الجنائي.

يمكن ربط هذا الجهاز في المعمل بجهاز كروماتوغرافيا الغاز وذلك ليتم فحص العينة بدقة كما إن الجهاز يستطيع الكشف عن الأيونات الموجبة والسالبة، مع العلم أن أغلب المتفجرات تحتوي على أيونات سالبة كالنترات ،والنتريت ، والكلوريد ويتميز المقدر بأنه مهيأ للكشف. عن ألايونات السالبة كما في الشكل الأطياف الناتجة الذي يظهر لعدد من المتفجرات



طرق فحص المتفجرات في المعمل

إلى وقت قريب اعتمد تحليل المتفجرات على طرق التحليل التقليدية مثل: الاختبارات اللونية والتحليل بواسطة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة { الفصل اللوني }بالإضافة إلى المجهر الضوئي وذلك قبل اكتشاف ألأجهزة الحديثة مثل طرق الفصل الكروماتوغرافي الغازي وكروماتوغرافيا السائل ذي الكفاءة العالية ويمكن إجراء الكشف والتحليل لعينات المواد المتفجرة بواسطة الاختبارات اللونية حيث يوجد عدد من الاختبارات اللونية لتحليل عينات المواد المتفجرة العضوية وغير العضوية حيث يستخدم عدد من الكواشف التي تعطي ألوانا مميزة لكل مادة من متفجرة وهذه الكواشف

1- كاشف جريس

يتكون من جزأين : جريس 1 وجريس 2 ويحضر هذا الكاشف بالطريقة التالية:

أ_ جريس 1: يذاب 1غم من حمض السلفونيليك في 100 مل من حمض الخليك

ب_ جريس 2 :يذاب 1.5غم من داي اثيلين في 100 مل من الكحول المثيلي

يستخدم هذا الكاشف بإضافة كميتين متساويتين من جريس 1 وجريس 2 إلى المادة المطلوب الكشف عنها . ولتسريع التفاعل يضاف مسحوق الخارصين كمحفز ومسرع للتفاعل .

2- كاشف ثنائي فينيل الأمين

يحضر هذا الكاشف بإذابة 1 غم منه في 100مل من حمض الكبريتيك المركز.

3- محلول هيدروكسيد البوتاسيوم

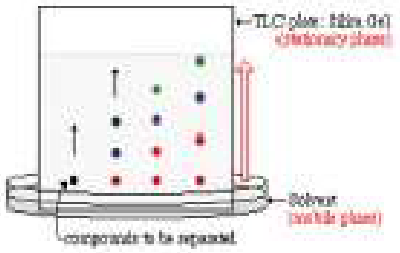
يحضر هذا الكاشف بإذابة 10 غم من المادة الصلبة في100 مل من الكحول الأيثيلى.

تقنيات الفصل الكروماتوغرافي

تعد تقنيات من أهم التقنيات المستخدمة للكشف عن المتفجرات وتحليلها، ويوجد عدة أنواع من هذه التقنية تعتمد طريقة الفصل فيها على أساس الاختلاف بين طوري الفصل المتحرك والثابت:

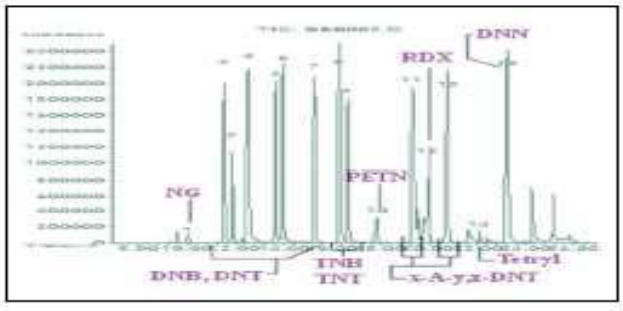
1. كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة

هي طريقة أولية للفصل اللوني بين المواد الكيميائية المختلفة بناء على معدل السريان وزمن المكوث لكل مادة ويستخدم فيها طورين : إحداهما ثابت ويحتوي على مادة جل السيليكا مثبتة على لوح زجاجي وطور متحرك مغمور في مذيب عضوي مناسب للفصل . كما في الشكل:



2. كروماتوغرافيا الغازالمرتبط بعدد من المقدرات :

هي تقنية للفصل الآلي يبن المواد المختلفة عن طريق استخدام طور متحرك غازي ، وطور ثابت على هيئة أنابيب فصل ذات قطر وأطوال متفاوتة لمواد مختلفة القطبية كما في الشكل جهاز GC مطياف الكتلة



شكل كروماتوغرافي لعدد من المتفجرات

كروماتوغرافيا السائل ذو الأداء العاليHPLC

بعض المتفجرات لا يمكن فصلها بطريقة GC وبالتالي لا يمكن التعرف على العينات المجهولة فيها لذا يلجأ إلى استخدام تقنية HPLC عن هذه المواد مثل كروماتوغرافيا السائل ذي الأداء العالي تعتمد استخدام محاليل سائلة كطور متحرك {مذيبات} وأعمدة فصل كطور ثابت مختلف الأطوال والقطر والقطبية .

{ جهاز كروماتوغرافيا السائل ذو الأداء العالي }

الفصل الثالث

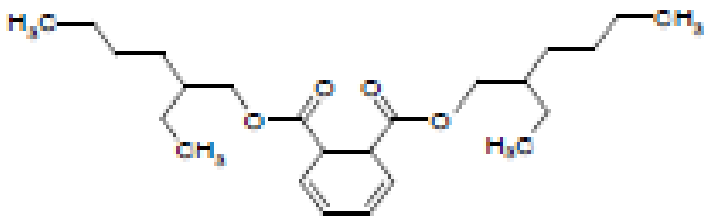
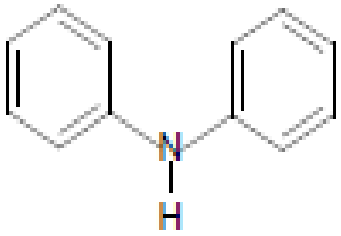
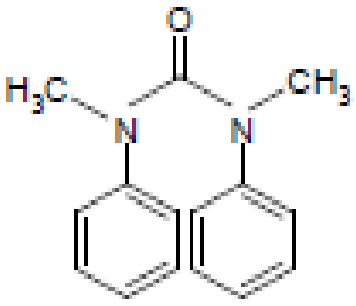
مخلفات الإطلاق الناري

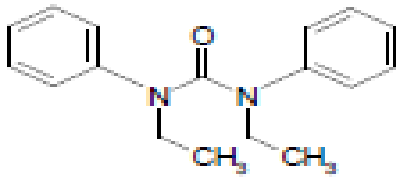
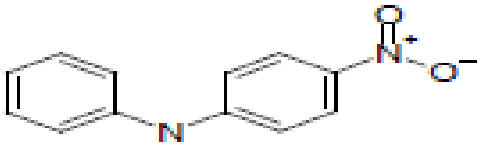
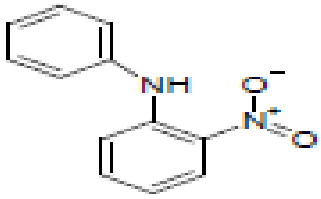
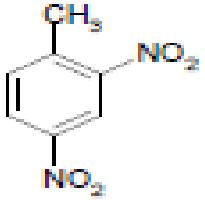
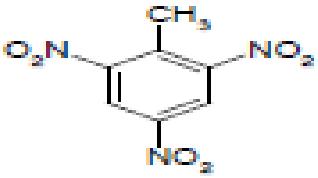
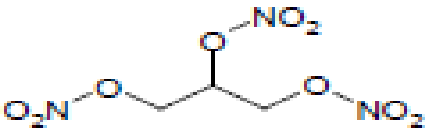
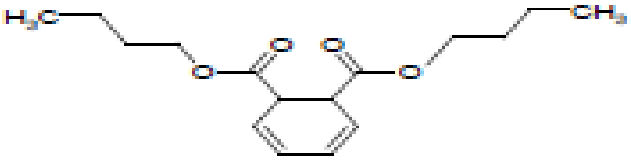
التحليل العضوي لمخلفات الإطلاق الناري

يمكن الكشف عن بعض المركبات العضوية الموجودة في مكونات الطلقة ، والتي تستخدم في العادة ضمن مكونات البادئ ، أو كمثبت ، عن طريق تحليلها بجهاز كروماتوغرافيا الغاز المرتبط بمطياف الكتلة .

وبمقارنة هذه المواد مع المكونات غير العضوية ، فإنها تصنف بأنها اقل ثباتا من المركبات العضوية في بقايا مخلفات الإطلاق الناري ، كما يمكن الكشف عنها فقط خلال الساعات الأولى من عملية الإطلاق

ويضم الجدول التالي قائمة بأهم المكونات العضوية لمخلفات الإطلاق الناري ووظيفتها

المكون	الوظيفة	التركيب الكيميائي
ثنائي أوكتيل الفثالات	ملدنات	
ثنائي فينيل أمين	مثبتات	
سنترواليت الميثيل	مثبتات	

سنترالیت الإیثیل	مثبتات	
نیترو ٤– ثنائي فینیل أمین	التفاعل من خلال ناتج المثبت	
نیترو–٢– ثنائي فینیل أمین	التفاعل من خلال ناتج المثبت	
ثنائي نیترو تولوین	وقود دفعي	
ثلاثي نیترو تولوین	وقود دفعي	
نیترو جلیسرین	وقود دفعي	
ثنائي بیوتیل الفثالات	ملدنات	

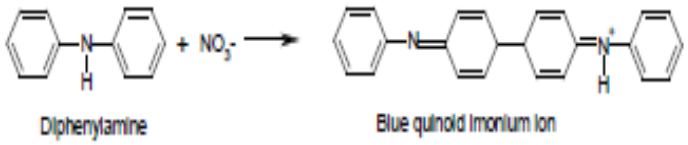
التحليل اللوني لمخلفات الإطلاق الناري

يمكن الاستفادة من تواجد بعض ألأنيونات مثل : النترات ، والنيتريت كتحليل أولي. حيث توجد النترات ضمن مؤكسدات الوقود، وكذلك في المواد القاذفة كما يمكن أن توجد في مساحيق التجميل.. وأسمدة التربة لذا عند الكشف عنها يجب توخي لدقة في تحديد مصدرها في حين أن النيتريت أقل انتشارا في البيئة ونتيجة لتوافر مثل هذه المواد في أغلب الطلقات النارية، فيمكن الاستفادة من إجراء بعض الاختبارات الكيميائية بواسطة عدد من الكواشف الكيميائية. والتي تساعد المحلل في الكشف عن النترات، وبالتالي مخلفات الإطلاق الناري.

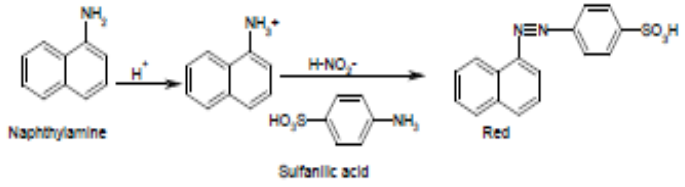
ومن الاختبارات الشائعة للكشف عن النترات المتوقع أنها ناتجة من مخلفات الإطلاق الناري :

اختبار البارافين

ويسمى أيضا اختبار النترات على الجلد ويتكون من تفاعل ثنائي فنيل أمين مع النترات يقوم هذا الاختبار . على أساس : غمس يد المشتبه به في شمع ساخن وتركه ليجمع الآثار الموجودة على يد المشتبه به . بعد ذلك يؤخذ الشمع ويعالج بمادة ثنائي فنيل أمين لاكتشاف عينات النترات المترسبة الا انه تم منع استخدام هذا الاختبار بسبب الحصول على نتائج إيجابية عالية بشكل غير منطقي ، حيث أوضحت الدراسات أن النترات قد ينتج من مصادر أخرى طبيعية وصناعية كالأسمدة ، ومساحيق التجميل، وغيرها – كما ذكر آنفا – لذا لا يمكن أن يعتمد على نتيجة هذا الاختبار. وتتم تفاعلات اختبار البارافين للتعرف على ايون النترات حسب المعادلات التالية :



يتفاعل ثنائي فنيل أمين مع النترات لإنتاج مركب ذي لون ازرق :



طرق التحليل الآلي لمخلفات الإطلاق الناري المعدنية

جهاز الامتصاص الذري

سواء باللهب أو بفرن الكرافيت .حيث كانت تجمع بقايا مخلفات الإطلاق الناري بواسطة مسحات مرطبة بحمض النيتريك المخفف بنسبة 1-5 % ثم تحلل هذه المخلفات باستخدام جهاز الامتصاص الذري والذي يتم فيه الكشف عن العناصر الكيميائية المطلوبة. بعد ذلك ظهرت تقنية أقل استخداما ثم ظهرت تقنيات اقل استخداما منها تقنية التوهج الضوئي وغيرها ايضا ولكنها لم تستخدم بكثرة في تحليل مخلفات الإطلاق الناري. في الوقت الحاضر تستخدم تقنية ذات كفاءة ودقة عالية للكشف عن جميع العناصر الموجودة في مخلفات الإطلاق الناري وهي تقنية المجهر الالكتروني الماسح كما هو موضح في الشكل

يتميز جهاز المجهر الالكتروني الماسح بقدرته الفائقة على إظهار صور الكترونية غاية في الدقة حيث انه يستخدم حزم من الالكترونات المندفعة والتي تعطي قوة تكبير عالية تصل في المجهر الالكتروني الماسح الى300 ألف ضعف للصورة الحقيقية بينما تصل في المجهر SEM الى نحو مليون ضعف للصورة الحقيقية ويوضح الشكل التالي طيف الكتروني لجزء من بقايا معادن الإطلاق الناري

يستفاد من المجهر الالكتروني الماسح في الكشف عن العناصر المعدنية في بقايا مخلفات الإطلاق الناري حيث تكون نتائجه ذات دقة عالية جدا ، ويعيب هذا الجهاز تكلفته العالية مقارنة بالأجهزة السابقة
ومع ذلك فهو يصنف ضمن أفضل الأجهزة المستخدمة لفحص مخلفات الإطلاق الناري حيث يعطي وصفا كاملا و شاملا للعناصر المدروسة وأماكن وجودها(ASTM) ومن الجدير بالذكر أن الجمعية ألأمريكية للاختبار والمواد اعتمدت معيارا محددا لإجراء الكشف على فحص مخلفات الإطلاق الناري تشتمل على خطوات محددة وضرورية ويمكن جمع وتحريز العينات.
هذا النوع من ألأجهزة عن طريق استخدام شريط أو لواصق محددة يطلق عليها حلقات الكربون اللاصقة الموضحة في الشكل

التحليل الجنائي لبقايا مخلفات الإطلاق :

إن المركبات المستخدمة لتكوين الطلقة النارية تحتوي على عناصر معدنية لها أهمية بالغة في مجال التحليل الجنائي ، ومن أهم العناصر التي يتم الكشف عنها الرصاص Pb والباريومBa والانتيمون Sb حيث تبقى هذه العناصر على طبيعتها بعد الإطلاق فعند انفجار تنطلق معه الغازات الساخنة بسبب الحرارة والضغط العاليين وينتج عند ذلك تبخر هذه العناصر، بعد ذلك تبدأ هذه الغازات الساخنة بالتكثف بعد انخفاض درجة الحرارة ويتراوح حجم هذه العناصر من 10_100 ميكروميتر، معظمها وليس كلها تكون كروية الشكل، كما تتميز هذه العناصر بأنها تتجمع فيما بينها لتكوين جزيئات أكبر، حيث تظهر متكتلة، وغير منتظمة مثل تجمع جزيئات المحاليل الغروية يعد ظهور كل من الرصاص. والانتيمون والباريوم من الخصائص المميزة عند الكشف عن مخلفات الإطلاق الناري على الرغم مع إمكانية ظهور عناصر أخرى، ولكنها لا تعد مميزة، وذلك لاحتمال ظهورها في البيئة بشكل كبير لحل هذه المشكلة تم الاستعانة ببدائل أخرى من العناصر الكيميائية كي تحل محل عنصر الرصاص في الوقود، فاستخدمت مركبات الزنك، ومركبات الزئبق كما يوجد بدائل أخرى للمؤكسدات، فقد يحل ثاني أكسيد التيتانيوم بديلا عن هيبوكلورات الباريوم لذا يمكن أن يكون من ضمن نواتج التحليل عنصر التيتانيوم Ti إجمالا عند التحليل الخاص بالكشف عن مخلفات الإطلاق الناري بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح توجد ثلاثة احتمالات :

1.عندما يظهر في الطيف الإلكتروني المدروس ثلاثة عناصر مثل St ، Ti،Zn مع بعضها وكان عددها ثلاث وحدات فأكثر، فإن هذا دلالة قطعية على إن هذه العينة مصدرها إطلاق ناري ويعتمد بهذه النتيجة قانونيا

2. عند ظهور عنصرين فقط من عناصر مخلفات الإطلاق الناري في الطيف المدروس مثلاPb و Ba أو Sb و Sb مجتمعة مع بعضها البعض الإلكتروني فإن هذا يشير إلى احتمالية أن هذه العناصر ناتجة من عملية إطلاق ناري

3. عند ظهور عنصر واحد فقط من العناصر الكيميائية مثل Pb أو Fe أوCu أو غيرها من العناصر في الطيف الإلكتروني ولكن لا يعتمد بهذا النوع من النتائج قانونيا أنها ناتجة من مخلفات الإطلاق الناري.

المصادر

.1 Lucas A. 1921. Forensic Chemistry. London: Edward Arnold. 268 pp.

.2UK House of Commons, Sci. Technol. Comm. 2005. Forensic Science on Trial. House of Commons London: Station. Off. Ltd. 98 pp.

http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200405/cmselect/ cmsctech/96/96i.pdf. Last accessed 29 Sep. 2008

.3Federal Rules of Evidence. 2006 (1975). Washington, DC: US Gov. Print. Off. 41 pp.

http://www.uscourts.gov/rules/EV.2008.pdf.Last accessed 28 Sep. 2008

.4Hennessy SA, Moane SM, McDermott SD. 2004. The reactivity of γ-hydroxybutyric acid (GHB) and γ-butyrolactone (GBL) in alcoholic solutions. J. Forensic Sci. 49:1220–29

.5LeBeau MA, Montgomery MA, Morris-Kukoski C, Schaff JE, Deakin A, Levine B. 2006. A comprehensive study on the variations in urinary concentrations of endogenous γ-hydroxybutyrate (GHB). J. Anal. Toxicol . 30:98–105

.6LeBeau MA, Christenson RH, Levine B, Darwin WD, Huestis MA. 2002. Intra- and interindividual variations in urinary concentrations of endogenous γ-hydroxybutyrate. J. Anal. Toxicol. 26:340–46

.7Ciolino LA, Mesmer MZ, Satzger RD, Machal AC, McCauley HA, Mohrhaus AS. 2001. The chemical interconversion of GHB and GBL: forensic issues and implications. J. Forensic Sci. 46:1315–23

.8DeFrancesco JV, Witkowski MR, Ciolino LA. 2006. GHB free acid. I. Solution formation studies and spectroscopic characterization by (HNMR)-H-1 and FT-IR. J. Forensic Sci. 51:321–29

.9Witkowski MR, Ciolino LA, DeFrancesco JV. 2006. GHB free acid. II. Isolation and spectroscopic characterization for forensic analysis. J. Forensic Sci. 51:330–39

.10Bell SC, Oldfield LS, Shakleya DM, Petersen JL, Mercer JW. 2006. Chemical composition and structure of the microcrystals formed between silver(I) and γ-hydroxybutyric acid and γ-hydroxyvaleric acid. J. Forensic Sci. 51:808–11

.11Elie MP, Baron MG, Birkett JW. 2008. Enhancement of microcrystalline identification of γhydroxybutyrate. J. Forensic Sci. 53:147–50

.12Chappell JS, Meyn AW, Ngim KK. 2004. The extraction and infrared identification of γ-hydroxybutyric acid (GHB) from aqueous solutions. J. Forensic Sci. 49:52–59

.13LeBeau MA, Montgomery MA, Miller ML, Burmeister SG. 2000. Analysis of biofluids for γhydroxybutyrate (GHB) and γ-butyrolactone (GBL) by headspace GC-FID and GC-MS. J. Anal. Toxicol28–24:421 .