

رقم الترتيب:

رقم التسلسلي:

جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية رياضيات وعلوم المادة
قسم الفيزياء



مذكرة ماستر أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع: الفيزياء

التخصص: فيزياء الإشعاعات

من إعداد: تواتي خولة / مردف دليلة

بعنوان:

تحليل الأطياف الناتجة عن التسامي
لعينة صخرية بالليزر

نوقشت في يوم: 2020/09/29

أمام اللجنة المناقشة المكونة من:

رئيسا	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	عاشوري عبد الرحيم
مناقشة	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ مساعد أ	الداوي حفصة
مؤطرا (مقررا)	جامعة قاصدي مرباح ورقلة	أستاذ محاضر أ	بن مبروك لزهري

الموسم الجامعي: 2020/2019

الإهداء

إلى أعز وأغلى ما أملك في الحياة، إلى من جعلت الجنة تحت أقدامها، إلى التي لم أستطع أن أوفي في حقها مهما فعلت، أُمِّي الغالية حفظها الله وأطال في عمرها إن شاء الله.

إلى من دفعني للعلم وكان سنداً وعوناً لي في تحقيق أهدي، أبي العزيز حفظه الله وأطال في عمره إن شاء الله.

إلى كل من يقاسمني حزنهما وسندي في هذه الحياة إخوتي: نورالدين صالح هشام

إلى بيت أسراري أخواتي: وردة نعيمة مباركة وإلى زوجة أخي: حبيبة

إلى براعم البيت الصغار: *عبد الرحمان *عمار *تسنيم *أسيل *أحمد زكي *مسعود*

إلى روح جدي وجدتي الطاهرة وإلى توأم روحي وأختي التي لم تلدها أُمِّي منى شنوف

إلى من رافقتني وزرعت التفاؤل في دربي صديقتي خولة تواتي

إلى كل الأساتذة وأهل الفضل علي الذين غمروني بالنصيحة والإرشاد والتقدير

إلى كل الأصدقاء والأحبة التي جمعنا بهم الحياة الجامعية والعملية وإلى كل من أحبنا وتمنى لنا الخير

لكم جميعاً أهدي هذا الجهد المتواضع

والله ولي التوفيق.

دليلة مردف

الإهداء

إلى القدوة الأولى

إلى من كلله الله بالهبة والوقار وعلمي العطاء بدون انتظار
إلى رمز الحنان وبلاد الأمان إلى شريان روحي وشفافية الجروحي
إلى أمي الحبيبة

إلى الغالي صاحب الفضالي إلى أخي الأكبر تواتي مخلوف
إلى صديقاتي اللواتي قضيت معهن أحلى الأوقات خليفة سمية دباخ صليحة
إلى عصافيري الصغار ملء الدار ملاك فردوس هدى لجين بسمة جنان أنس أحمد
إلى رياحيني حياتي وإخوتي وأخواتي أيوب مفتاح علي محمد أشواق سمية صباح فاطمة
إلى كل من أمد لي يد العون فأعطي لحياتي بعض اللون
إلى كل الأصدقاء والزملاء
إلى صاحبة الصديقة والأخت الرفيقة **مردف دليلة**
إلى كل من هم في بالي ولم تلحق بهم أقوالي

أهدي هذا العمل

تواتي خولة

شكر وتقدير

قال رسول الله -صلى الله عليه وسلم - « من لا يشكر الناس لا يشكر الله » .

الحمد لله الذي أنار لنا درب العلم والمعرفة وأعاننا ووفقنا في إنجاز هذا العمل المتواضع.

نتوجه بالشكر والإمتنان والثناء لأستاذنا الدكتور **بن مبروك لزهري** لقبوله الإشراف على هذه المذكرة ونشكره على سعة صدره وحسن تعاونه وعلى مجهوداته الكبيرة التي بذلها في إنجاز هذا البحث كما أنه لم ييخل علينا بتوجيهاته ونصائحه القيمة. كما يسرنا أن نتقدم بالشكر إلى أعضاء لجنة المناقشة المتكونة من الأستاذ **عاشوري عبد الرحيم** رئيسا والأستاذة **الداوي حفصة** مناقشا الذين سننال شرف مناقشتهم لهذه الدراسة فلکم منا كل الشكر والعرفان والتقدير.

كما لا ننسى أن نتقدم بالشكر إلى الأستاذ **بن طويلة عمر** على مساعدته لنا.

ونتقدم بشكرنا الخاص إلى كل زملائنا وزميلاتنا طوال مشوارنا الدراسي كل باسمه.

ونشكر أيضا كل من ساعدنا من قريب أو بعيد

وكل الإحترام والتقدير إلى قسم الفيزياء والأساتذة على مجهوداتهم خاصة وإلى كل الأسرة الجامعية

عامة بجامعة قاصدي مباح - ورقلة -

والحمد لله من قبل ومن بعد

فهرس المحتويات

الصفحة	المحتويات
	الإهداء
	شكر وتقدير
I	فهرس المحتويات
VI	فهرس الأشكال
1	مقدمة عامة
	الفصل الأول: عموميات حول المادة الليزر
3	I-1- حالات المادة
4	I-1-1- ظاهرة التسامي
4	I-1-1- مفهوم التسامي
4	I-1-1-2- أمثلة على التسامي
4	I-1-1-3- العوامل المؤثرة على التسامي
4	I-2- البلازما
5	I-2-1- لحظة تاريخية
5	I-2-2- درجة التأين
5	I-2-3- أهم خصائص البلازما
5	I-2-3-1- التوصيل الكهربائي
6	I-2-3-2- التعادل الكهربائي في البلازما
6	I-3- عموميات حول الليزر
6	I-3-1- تعريف الليزر
7	I-3-2- أنواع الليزر
8	I-3-3- خصائص الليزر
10	I-3-4- مكونات الليزر
11	I-3-5- شروط الإنبعث الليزري
14	I-3-6- تطبيقات الليزر
15	I-3-7- إيجابيات شعاع الليزر
16	I-3-8- سلبيات استخدام الليزر
16	I-3-9- إرشادات وتعليمات العمل في مختبرات الليزر

	الفصل الثاني: الأطياف الذرية
18	II-1-تعريف الأطياف
18	II-2-أنماط الأطياف الذرية
18	II-2-1-طيف الإمتصاص
19	II-2-2-طيف الإصدار
20	II-3-التعريضات وأشكال الخطوط
20	II-3-1-دراسة بعض أسباب تعريضات الخطوط الطيفية
21	II-3-1-1-التعريض الطبيعي
22	II-3-1-2-تعريض دوبلر
24	II-3-1-3-تعريض التصادمات
24	II-4-الطرق المستعملة لتحليل الأطياف
24	II-4-1-شدة الخطوط الطيفية
24	II-4-1-1-شدة الخطوط الطيفية الذرية
25	II-4-1-2-شدة الخطوط الطيفية الجزيئية
26	II-4-2-تحديد درجة حرارة الإلكترون
26	II-4-2-1-نسبة الشدة بين الخطين
26	II-4-2-2-طريقة الرسم التخطيطي لبولترمان
	الفصل الثالث: تفسير الأطياف التجريبية وتحليل النتائج
29	III-1-تقنية LiBS
29	III-2-الصخور
30	III-3-التجربة
31	III-4-مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء
32	III-5-الجهاز المستعمل للقياس بواسطة الأشعة تحت الحمراء
32	III-6-مطيافية الأشعة فوق البنفسجية-المرئية
33	III-7-مبدأ عمل جهاز الأشعة فوق البنفسجية-المرئية
34	III-8-نتائج الأشعة فوق البنفسجية
34	III-8-1-تحليل وتفسير المنحنيات
35	III-8-2-المقارنة بين طيف العينتين A_1 و B_2
36	III-9-نتائج الأشعة تحت الحمراء

38	خاتمة عامة
40	قائمة المراجع

فهرس الأشكال

الصفحة	الشكل
8	I-1- يوضح اتجاهية ضوء الليزر وتشتت الضوء العادي
9	I-2- عملية الإنبعث التلقائي والإنبعث الإستحثاثي
10	I-3- يوضح الفرق بين الضوء العادي وضوء الليزر من حيث الطول الموجي
10	I-4- يوضح تماسك (ترابط) وتزامن الموجات الضوئية
11	I-5- مكونات ليزر الياقوت
11	I-6- رسم تخطيطي لجهاز ليزري
12	I-7- انتقال الإلكترون من E_1 إلى E_2
13	I-8- انتقال الإلكترون من E_2 إلى E_1
13	I-9- التعداد المعكوس
14	I-10- تسليط ليزر الياقوت لعلاج الأسنان
19	II-1- يوضح طيف الإمتصاص
19	II-2- يوضح طيف الإصدار (الإنبعث)
	III-1- مصدر الليزر
	III-2- الشريحة الزجاجية
31	III-3- رسم يوضح التركيب التحريبي
31	III-4- امتصاص الأشعة تحت الحمراء
32	III-5- جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء
33	III-6- رسم تخطيطي لجهاز التحليل الطيفي ثنائي الحزمة
34	III-7- جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية
34	III-8- طيف الأشعة فوق البنفسجية للعينه A_1
35	III-9- طيف الأشعة فوق البنفسجية للعينه B_1
35	III-10- طيف الأشعة فوق البنفسجية للعينتين A_1 و B_1
36	III-11- طيف الأشعة تحت الحمراء للعينه المرجعية الغير معالجة بالليزر
37	III-12- طيف الأشعة تحت الحمراء للعينه بعد تسليط الليزر مع المسحوق

مقدمة عامة

الشكل الأكثر شيوعا للمادة في الكون هو البلازما، فالشمس والنجوم والسماء كلها بلازما، وبالتالي فهي ذات أهمية كبيرة في حياتنا وكثيرا ما تتم دراستها بواسطة الإشعاع الكهرومغناطيسي الصادر عنها ولهذا تطرقنا في مذكرتنا إلى دراسة الأطياف الصادرة عن البلازما من أجل تحديد تركيبة العينة الصخرية حيث سنعمد في هذه الدراسة على تقنية LIBS وسنقدم بعض التفاصيل عن هذه التقنية لاحقا، وتشمل مذكرتنا ثلاث فصول وهي كالتالي:

الفصل الأول سنتطرق فيه حالات المادة الأربعة وتحولاتها وبالأخص ظاهرة التسامي، كما قمنا بعرض شامل حول عموميات الليزر وذلك من خلال ذكر كل من مفهومه، خصائصه، أنواعه، استخداماته، وكذا التدابير اللازمة للعمل به.

ونظرا لأهمية الأطياف ولما لها من أهمية كبيرة في التعرف على العناصر المختلفة فإننا سنتطرق في هذا الفصل الثاني إلى كل من تعريفها، أنماطها وكذا التعريضات التي تحويها وأشكال الخطوط، بالإضافة إلى الطرق الطيفية المستعملة في التحليل الطيفي.

أما عن الفصل الثالث فهو الجزء العملي من الدراسة حيث سنقوم بشرح التركيب التجريبي مع إعطاء وصف للتجربة والتي تهدف إلى تحديد تركيبة العينة الصخرية من خلال معرفة مكوناتها الأساسية وذلك بالإعتماد على تقنية "LIBS"، حيث سنستعين بجهازي الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية من أجل رسم المنحنيات البيانية للأطياف.

الفصل الأول

عموميات حول المادة

والليزر

I-1- حالات المادة:

تتواجد المادة في الكون بعدة أشكال حيث يتم تصنيفها على أساس ترابطها وقربها من بعضها البعض، وهي

صلبة، سائلة، غازية والبلازما [1].

1- الحالة الصلبة: تتميز باحتفاظها بحجم وشكل ثابتين، حيث تتكون من جسيمات مترابطة بشكل كبير، مما يجعلها

غير قادرة على الحركة إلا بشكل بسيط جدا، وتقتصر حركتها على اهتزاز بسيط للذرات في مكانها ناتج عن حركة

الإلكترونات.

2- الحالة السائلة: تحتفظ بالحجم دون الإحتفاظ بالشكل، حيث أنه عندما يتم سكب المادة السائلة في وعاء فإنها

تأخذ شكله مع الإحتفاظ بحجمها طالما لم تحدث عملية التبخر، تعتبر هذه الخصائص بمثابة معايير يتم من خلالها تمييز

المادة السائلة عن باقي المواد كالصلبة والغازية.

3- الحالة الغازية: تتميز بوجود مسافات كبيرة بين جسيماتها واحتوائها على طاقة حركية كبيرة، لذلك إن لم يتم احتجازها

في وعاء فإنها ستنتشر إلى ما لانهاية، بينما إن تم وضع الغاز في وعاء فإنه سينتشر في جميع أجزاء الوعاء كما أنها لا تحتوي

لا على شكل ولا على حجم ثابت.

4- الحالة البلازمية: هي غاز حارا جدا مؤين، فهي خليط من الذرات المتعادلة كهربائيا والإلكترونات السالبة الأيونات

الموجبة [4].

يمكن أن تتحول المادة من حالة إلى أخرى عبر عدة مراحل وهي [1]:

التسامي: التحول من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية.

الذوبان: التحول من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

التجمد: التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة.

التبخر: التحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية.

الترسيب: التحول من الحالة الغازية إلى الحالة الصلبة.

التكثيف: التحول من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة.

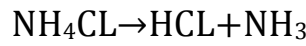
I-1-1-1- ظاهرة التسامي:

I-1-1-1- مفهوم التسامي:

هو التحول مباشرة من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية دون المرور بالحالة السائلة [1].

I-1-1-2- أمثلة عن التسامي :

- 1- من أكثر الأمثلة شيوعا نجد الثلج الجاف والذي هو الشكل الصلب من ثاني أكسيد الكربون.
- 2- التحفيف بالتجميد وذلك من خلال تعليق الملابس المبتلة خارجا في الطقس المتجمد فتصبح جافة مرة أخرى.
- 3- بعض المركبات الكيميائية مثل كلوريد الأمونيوم الذي يتفكك بالتسخين مخلفا كلوريد الهيدروجين والأمونياك.



4- انصهار اليود تحت الضغط الجوي العادي فوق نقطة انصهار اليود بقليل.

I-1-1-3- العوامل المؤثرة على التسامي:

- 1- الضغط: بينهما علاقة عكسية فكلما زاد الضغط نقص التسامي والعكس صحيح.
- 2- درجة الحرارة: تربطهما علاقة طردية أي كلما زادت الحرارة زاد معها التسامي.

I-2- البلازما :

إن أغلب الكون مكون من البلازما فهي تشكل نسبة 99% منه، فالشمس والنجوم هي عبارة عن كرات هائلة

من البلازما [4] فالبلازما هي مادة ذات درجة عالية جدا من التأين تكون ذراتها على شكل أيونات موجبة وأخرى سالبة

[2].

وسنعرض فيما يلي وصف عام للبلازما من خلال ذكر تاريخها، خصائصها.

I-2-1- لمحة تاريخية:

إذا ما دعونا الحالات الصلبة والسائلة والغازية بالحالات الثلاثة للمادة فإن البلازما الحالة الرابعة لها، وأول من اعتبرها حالة رابعة للمادة هو الفيزيائي الإنجليزي Sir William Crookes عام 1879 [4] أما مصطلح البلازما فهو يوناني الأصل (πλάσμα) [16] كما أدخل مفهوم البلازما لأول مرة من طرف الفيزيائيان لانغموور وتونكس وذلك سنة 1923 للدلالة على حالة الغاز المتأين الموجود داخل أنبوبة انقراغ [5].

I-2-2- درجة التأين:

في الحالات العادية تكون الغازات عازلة كهربائياً، وتصير موصلة إذا اخضعت لحقول كهربائية شديدة، تعطى درجة تأين غاز بالعلاقة التالية [3]:

$$\alpha = \frac{n}{n + n_0}$$

حيث:

n_0 : الكثافة العددية للجسيمات الحيادية الشحنة.

n : الكثافة العددية للإلكترونات (أو الأيونات الموجبة الشحنة).

تتغير α عملياً بين 10^{-4} و 1.

وتقسم الغازات حسب درجة تأينها إلى قسمين كبيرين: غازات ضعيفة التأين وغازات شديدة التأين.

I-2-3- أهم خصائص البلازما:

I-2-3-1- التوصيل الكهربائي:

البلازما باعتبارها غاز عالي التأين يضم عدداً ضخماً من الجسيمات المشحونة المتحركة بحرية داخلها، كما تعد موصلاً جيداً للكهرباء، وتتبادل هذه الجسيمات المشحونة التأثير مع الحقل الكهرومغناطيسي الموضعي، كما أن الحركة المنتظمة لها تحدث تيارات كهربائية وتغيرات لكثافة الشحنة مؤدية نشوء حقول كهرومغناطيسية [4].

I-2-3-2-التعادل الكهربائي في البلازما:

بسبب نوعية التوصيل الكهربائي فإن المجال الكهربائي للبلازما يصبح صغير جدا، وهذا ما يفضي إلى مفهوم مهم لشبه التعادل والذي يفيد بأنه إذا كانت الشحنات متقاربة جدا من بعضها البعض فالمفروض أن كثافة الشحنات السالبة تعادل كثافة الشحنات الموجبة خلال حجم كبير من البلازما، أي أنها متعادلة على السلم الجهري (الماكروسكوبي) ويعبر عنها بالمعادلة التالية: $n_e = Z n_i$ أما على مقياس طول ديبي (السلم الجهري) ليس هناك تعادل كهربائي [6].

حيث: n_e : الكثافة الإلكترونية.

Z : العدد الشحني.

n_i : الكثافة الأيونية.

I-3-3-عموميات حول الليزر:

دخلت تكنولوجيا الليزر التي تعتبر من العلوم المتطورة في العديد من التطبيقات مثل استخدام الليزر في التطبيقات الطبية والعسكرية وقياس المسافات بدقة - خاصة أبعاد الأجسام الفضائية- وفي الإتصالات أو في معدات قطع ولحام المعادن وغيرها من التطبيقات، كما أن لليزر العديد من الخواص التي تميزه عن أي مصدر ضوئي، ومن هنا نبدأ في الموضوع ونوضح فكرة عمل الليزر.

I-3-1-تعريف الليزر:

كلمة ليزر مشتقة من الحروف الأولى للعبارة التالية:

Ligh Amplification by Stimulated Emission of Radiation ، وهي تعني تضخيم الضوء باستخدام

الإنبعاث المحفز للإشعاع [9].

I-3-2-أنواع الليزر:

تتضمن أنواع الليزر المختلفة والمطورة حتى الآن مجالا واسعا، وفي الحقيقة إذا أردنا تصنيف الليزر حسب الحالة الفيزيائية للمادة يمكن أن نقسمها إلى [15]:

1- الليزر الصلبة (ليزر العوازل المطعمة):

وهي الليزر التي يكون وسطها الفعال عبارة عن بلورة عازلة صلبة ومطعمة بالشوائب الأيونية ومن أشهرها ليزر الياقوت، وليزر النديميوم الزجاجي والنديميوم ياك [7] ومثل هذه الليزر شائعة الاستخدام كمصدر باعث في مقدرات المدى الموضفة في الوقت الحاضر [9].

2- الليزر السائلة (ليزر الصبغة):

تم تشغيل أول ليزر سائل من طرف العالم سودوكين ومجموعته عام 1965 وذلك باستخدام مادة كلوروألمنيوم مذابة في كحول إثيلي كوسط فعال، عموما الوسط الفعال السائل يتكون من أصباغ عضوية مذابة في مذيبات عضوية . [8]

3- الليزر الغازية :

هي شائعة الاستخدام في مجال الصناعة منها ما هو ذو قدرة واطقة كليزر الهليوم-نيون وآخر ذو قدرة عالية كليزر ثاني أكسيد الكربون يمكن تشغيلها بنمط نبضي ونمط مستمر، تصنف الليزر الغازية إلى ثلاث أصناف تبعا لوسطها الفعال:

الليزر الذرية كليزر الهليوم - نيون

الليزر الأيونية كليزر أيونات الأركون

الليزر الجزيئية كليزر ثاني أكسيد الكربون

4-ليزرات أشباه الموصلات :

تتميز بصغر حجمها وسهولة حملها ومن خصائصها العامة أن أطوالها الموجية تتراوح ما بين 900 nm –

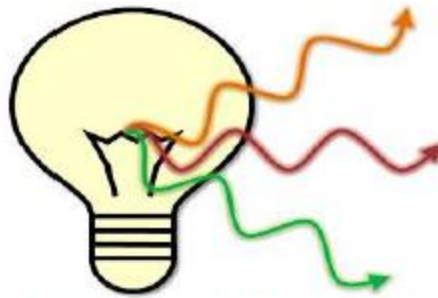
[800] [9]

يكون وسطها الفعال مكون من مادة شبه موصلة مختلفة بذلك عن البلورات الأيونية من حيث ترتيب مستويات الطاقة وحركة الإلكترونات [8].

I-3-3- خصائص الليزر:

1- الإتجاهية

وهي من أهم الخصائص التي يتميز بها الليزر حيث أن زاوية انقراج أشعة الليزر صغيرة جدا وبالتالي يمكنها قطع مسافات طويلة من دون أن تشتت طاقته أو تغير من اتجاهها، وتستخدم هذه الخاصية في العديد من التطبيقات التي تعتمد على قياس المسافات القريبة والبعيدة وتحديد الأهداف بدقة متناهية مثل أنظمة المساحة [1].



الموجات الضوئية العادية

متعددة الأطوال الموجية (ألوان مختلفة)
غير متوازية
متعددة الاتجاهات



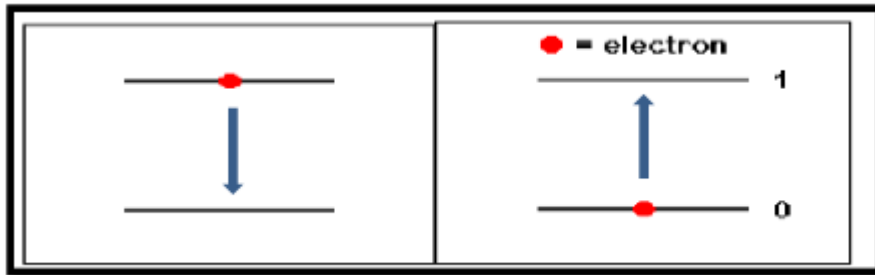
الموجات الضوئية لليزر

أحادية اللون
متوازية
أحادية الاتجاه

الشكل (I – 1) : يوضح اتجاهية ضوء الليزر وتشتت الضوء العادي [14].

2- شدة الشعاع:

يتميز شعاع الليزر بأن حجم مقطعه العرضي صغير جدا حيث لا يتجاوز عدة ميكرومترات مربعة وبما أن جميع الطاقة الضوئية التي يطلقها الليزر تتمركز في هذا المقطع العرضي الصغير وستظهر بشكل إضاءة أو شعاع شديد [1] والمسؤول عن هذه الخصائص هي عملية الإنبعاث الإستحثاثي بينما في الضوء العادي يكون الإنبعاث تلقائي حيث يخرج كل فوتون بصورة عشوائية لا علاقة له بالفوتون الأخر.



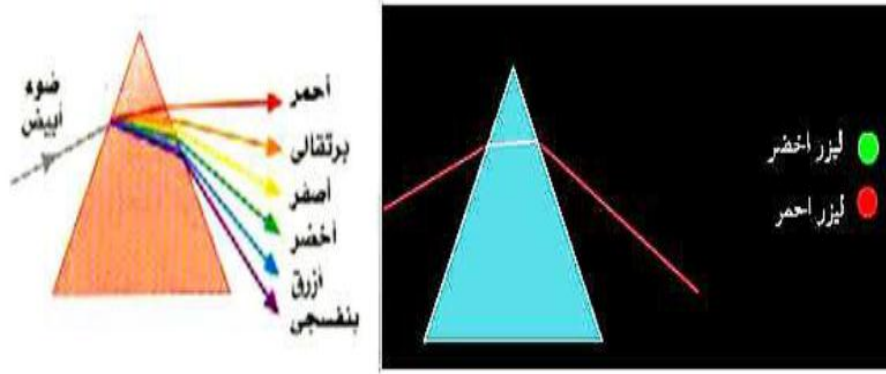
الإنبعاث الاستحثاثي

الإنبعاث التلقائي

الشكل (2 - I) : عملية الانبعاث التلقائي و الانبعاث الاستحثاثي [17].

3- أحادية اللون

إن شعاع الليزر يحوي على طول موجي واحد فقط أي يكون احادي اللون، والسبب يعود إلى أن أشعة الليزر تنتج من انتقالات محددة بين المستويات الذرية أو الجزيئية، وكذلك التضيق الذي تعاني منه الإنتقالات بسبب وجود المرنان الذي يقلص أحادية الطول الموجي كثيرا [10].

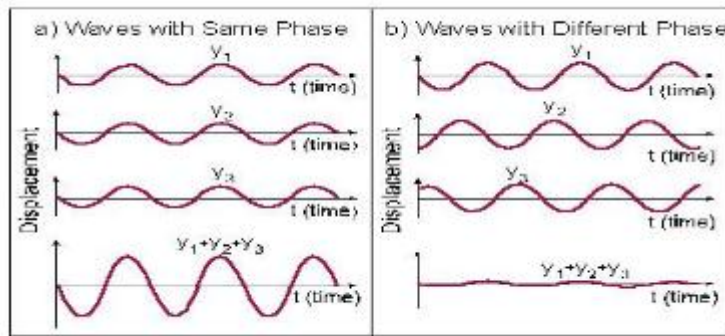


الشكل (I - 3) : يوضح الفرق بين الضوء وضوء الليزر من حيث الطول الموجي [11].

4- شعاع متماسك :

أي أن الفوتونات في الشعاع الضوئي ترتبط فيما بينها بعلاقة طورية Phase relation ships الأمر الذي

لا ينطبق على أشعة الضوء العادي [7].



الشكل (I - 4) : يوضح تماسك (ترابط) تزامن الموجات الضوئية [11].

I-3-4- مكونات الليزر :

بشكل عام يحتوي كل جهاز لأشعة ليزر مهما اختلف نوعه على المكونات الأساسية التالية:

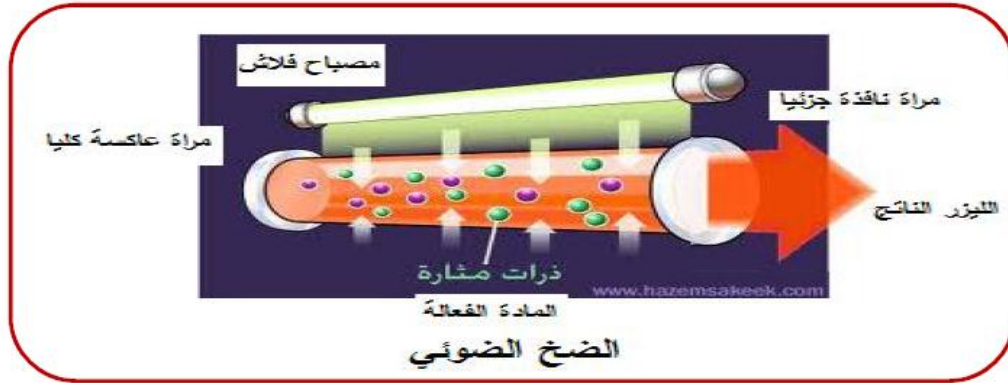
1-الوسط الفعال: هو المادة التي تكون مسؤولة عن توليد الليزر والتي تملك التوزيع العكسي [8] وهو الوسط الذي

تتكون منه الأشعة وقد يكون الوسط عبارة عن مجموعة من ذرات جزيئات عنصر مركب أو مزيج بحالة صلبة أو سائلة أو

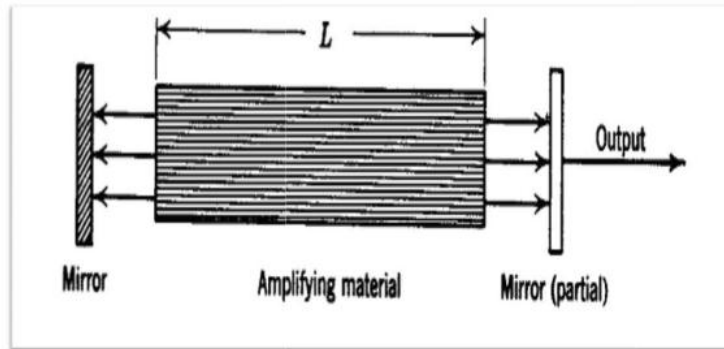
غازية [14].

2-المصدر الهيج: ويقصد به مصدر الطاقة الذي يجهز ذرات الوسط الفعال بالطاقة للحصول على التوزيع العكسي

وهناك ثلاثة تقنيات للضخ وهي تقنية الضخ الضوئي، الضخ الكهربائي والضخ الكيميائي [25].



الشكل (I - 5) : مكونات ليزر الياقوت [14].



الشكل (I - 6) : رسم تخطيطي لجهاز ليزري [14].

3-المرنان: ويتكون من مرآتين متقابلتين ومتوازنتين وتكون احدهما عاكسة كلياً (100%) والأخرى عاكسة جزئياً

(90%) أي تسمح لنسبة معينة من الضوء بالنفاذ خارج المرنان (10%) ويوضع الوسط الفعال بين مرآتي المرنان.

I-3-5- شروط الإنبعاث الليزري :

للحصول على أشعة الليزر من الضروري توفر ثلاثة شروط أساسية وهي [11]:

1-الإنبعاث المحث Stimulated Emission

في الظروف الطبيعية (العادية) تكون غالبية الذرات في مستوى الطاقة الأقل، وعدد قليل منها يكون في المستويات العليا، والذرات التي تكون في حالة تهييج أي في مستويات طاقة عليا تقوم ببعث الفوتونات تلقائيا للتخلص من حالة التهييج ويتم ذلك بالنزول الى مستويات طاقة اقل بحيث تكون هذه العملية عشوائية الحدوث والفوتونات المنبعثة غير مترابطة مع بعضها البعض أي لا تكون بنفس الطور.



الشكل (7 - I) : انتقال الالكثرون من E_1 إلى E_2 [14]



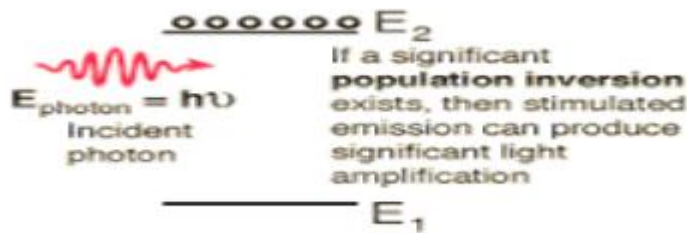
الشكل (I - 8) : انتقال الكثرون من E_2 إلى E_1 [17].

2-التعداد المعكوس population Invesion

يتطلب ابعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا، أي زيادة تعدادها عن الحالة

الطبيعية، وعندما يكون عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أكثر من عدد الذرات في مستويات الطاقة الدنيا نستطيع

القول بأنه حصل انقلاب في التعداد أو عكس التعداد، وهو ما سميناه بالتعداد المعكوس.



الشكل (I - 9) : التعداد المعكوس [11]

1- التكبير الضوئي Ligh Amplification

يجب أن يضخ الوسط المادي من مصدر طاقة لحث الذرات والجزيئات على التهيج، أي الارتفاع إلى مستوى طاقة أعلى لا تتواجد فيه عادة تحت الظروف الطبيعية، وتكون ما يسمى بالتعداد المعكوس، والذي فيه تكون غالبية ذرات وجزيئات المادة في مستويات الطاقة العليا بدلا من المستويات المنخفضة وبعدها ينبعث الشعاع الليزري بواسطة الانبعاث المحث وعمليات التكبير الضوئي.

I-3-6- تطبيقات الليزر:

يطبق الليزر في عدة مجالات منها:

1- طبيا: يستخدم الليزر لعلاج الأسنان وذلك من خلال تسليط ليزر الياقوت حيث يركز هذا الأخير بعدسة لامة ويوجه لإزالة المنطقة التي حدث فيها تسوس، ومن المعلوم أن المنطقة السوداء لها امتصاصية عالية وعليه فإن الشعاع سوف يمتص اغلبه من طرف الجزء المصاب من السن وعليه التخلص من التسوس دون المساس بالجزء السليم [10].



الشكل (I - 10) : تسليط ليزر الياقوت لعلاج الأسنان [14].

2- زراعيا: حقق استخدام الليزر في الزراعة نجاحا ملحوظا من خلال ما أثبتته التجارب التي قام بها العلماء، حيث تشير بعض التجارب إلى أن نبضات الليزر التي تتعرض لها النباتات تترك فيها تأثيرات عديدة كتعجيل النمو وتحسين النوعية،

كما أشارت أيضا إلى أنه بإمكان الليزر تغيير الصفات الوراثية للنباتات، وبذلك يمكن إنتاج أصناف جديدة من النباتات وبمواصفات ممتازة [10].

3- الأنشطة العسكرية: يستخدم في هذا المجال ليزر غير مرئي كليزر ثاني أكسيد الكربون لإضاءة الأهداف المعادية ثابتة كانت أو متحركة حيث تنعكس وتتشتت النبضات الليزرية من الهدف ومن ثم تستلم هذه الأشعة المتشتتة بواسطة كاشفات ضوئية لتحديد بعد الهدف بشكل دقيق وعليه تدمير الهدف من خلال تصويب قذائف ليزرية نحوه [8].

4- ترصيف الأنابيب: إن استخدام الليزر في هذا المجال سهل ترصيف أنابيب مياه النفط فقد وفر التكاليف كما إمتاز بالدقة، حيث تتم هذه العملية من خلال تثبيت جهاز ليزر الهليوم - نيون بشكل محكم في بداية فتحة الأنبوب الأول الذي يثبت بشكل مستوى داخل الأرض بشرط أن تظهر حزمة الليزر في وسط الفتحة الثانية لهذا الأنبوب [7].

5- الكشف عن تلوث البيئة: عند اصطدام شعاع الليزر بجزيئات الغازات أو المواد الصلبة والسائلة، فان شعاع الليزر سيتشتت، وهذا ما يسمى بظاهرة رامان، علما بأن تردد شعاع الليزر المتشتت لا يساوي التردد الأصلي وذلك لأن جزيئات المادة لها ترددات دورانية وتذبذبية خاصة وهذه تغير من تردد الليزر المصطدم بهذه الجزيئات، وباستعمال جهاز تلسكوب يتم تسلم الشعاع المتشتت والكشف عنه بواسطة كاشف ضوئي [10].

6- مجال البحث العلمي: يمكن استخدامه في دراسة طيف رامان الذي يعتمد على تشتت حزمة الليزر نتيجة لإصطدامها بجزيئات المادة، حيث يمكن دراسة المستويات الاهتزازية والدورانية لجزيئات المادة وذلك من خلال تفاعل الطور الموجي (λ_s) لحزمة الليزر الساقطة على المادة مع جزيئات المادة بحيث يضيف أو يطرح قيمة الطول الموجي

(λ_0) الخاص بالمستويات الدورانية والاهتزازية لجزيئات المادة من طول موجة الليزر لتكوين طيف جديد

($\lambda \pm \lambda_s$) والذي يمثل الطيف المتشتت من المادة حسب مبدأ رامان [7].

I-3-8- إيجابيات شعاع الليزر:

الحزمة الضوئية لشعاع الليزر لا تملك كتلة نظرا لأن كتلة الفوتونات المكونة لهذا الشعاع الليزري تساوي صفرا.

سهولة السيطرة على حزمة الليزر خصوصا ذات الترددات الضوئية المرئية للعين المجردة.

سهولة إدارة وادامة الليزر إذا ما قورنت بالإشعاعات الذرية والنووية الأخرى [11].

I-3-10- سلبيات استخدام الليزر :

يؤثر الإشعاع على العين في جميع الليزر فيؤدي إلى تلف القرنية أو حتى تلف الشبكية مما قد يحدث عمى دائم.

تؤثر بعض الليزر على الجلد مثل CO_2 و krf و Nd: YAG [13].

تحتاج إلى قدرة عالية للتشغيل كما أن طرق البحث يمكن أن تأخذ اشكالا متنوعة.

تستلزم دقة متناهية في تطابق المستويات البصرية لبدء الإنبعث الليزري [11].

I-3-11- إرشادات وتعليمات العمل في مختبرات الليزر:

وضع علامات تحذير في الأماكن المعرضة لإشعاع الليزر.

وضع مصباح تحذيري عند مدخل مختبر الليزر يضاء أوتوماتيكيا مع تشغيل جهاز الليزر لمنع دخول الأشخاص إلى المختبر

بشكل مفاجئ.

يفضل ألا يشتغل شخص بمفرده في مختبر الليزر.

تحديد اتجاه انتقال شعاع الليزر داخل المختبر بحيث لا يتعارض مع حركة الأشخاص داخل المختبر.

عدم وضع المأكولات وقناني المشروبات في طريق شعاع الليزر لأنها يمكن أن تسبب انعكاس الشعاع باتجاه العين [13].

الفصل الثاني

الأطياف الذرية

تعتبر الأطياف ذات الأهمية في علم الفيزياء الذرية وذلك لما لها من فوائد، فهي تساعدنا في التعرف على العناصر المختلفة حيث أن لكل عنصر من العناصر الموجودة في الطبيعة طيف كهرومغناطيسي خاص به [22] تكمن أهمية دراسة الأطياف للمواد المختلفة فيه أنه يساعد في الكشف عن معلومات مهمة في حركية تلك المواد وخواصها الذرية والجزيئية، فهو لغة تخاطب الذرات والجزيئات المكونة للمواد [21].

II-1-1-تعريف الأطياف:

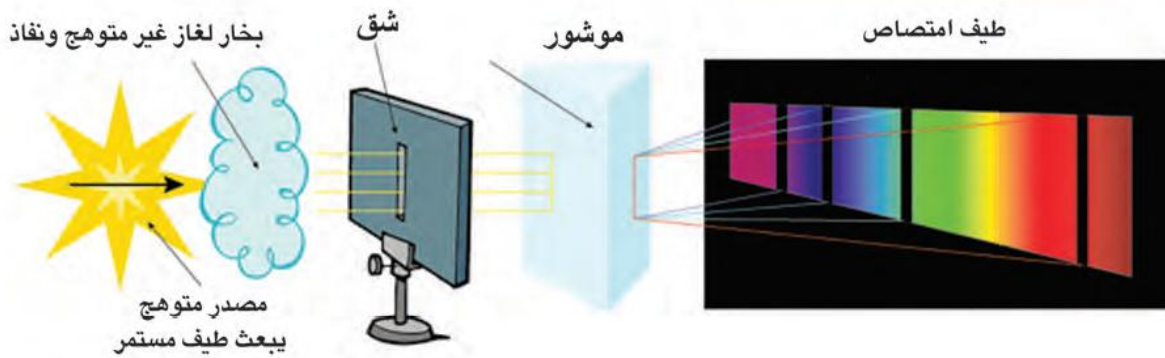
هو ما يتم انبعائه أو امتصاصه من قبل العينة ويتم تمثيله بهيئة مخطط أو رسم تخطيطي على شاشة الكمبيوتر، وقد استخدمت كلمة الطيف لأول مرة من قبل البريطاني إسحاق نيوتن وهي في الأساس مقتبسة من كلمة لاتينية تعني المظهر [21].

II-2-1-أنماط الأطياف الذرية :

هناك نوعين من الأطياف وهما:

II-2-1-1-طيف الإمتصاص:

تعطي معظم المواد الصلبة إذا سخنت إلى درجة حرارة عالية جدا لهبة بيضاء ساخنة، وينطلق منها إشعاع طول موجته مساوي لطول موجة الطول المرئي [19]، وهو طيف مستمر تتخلله خطوط أو حزم معتمة، فعندما يمر الضوء المنبعث من مصدر طيفه المستمر خلال بخار غير متوهج (أو مادة نفاذة) فتمتص منه الأطوال الموجية التي يبعثها وعندها نحصل على طيف الإمتصاص [25].



الشكل (II - 1) : يوضح طيف الامتصاص [25].

II-2-2- طيف الإصدار (الانبعاث) :

تعطي العناصر عندما تمتص كمية كافية من الطاقة طيفا يسمى طيف الإصدار، فلو سخن عنصر ما باللهب أو بواسطة قوس كهربائي فإن الطاقة التي يمتصها هذا العنصر تؤدي إلى تهيج ذراته، بمعنى أن هذه الطاقة التي سلطت على ذرات العناصر أدت إلى اختلاف مواضع الإلكترونات في تلك الذرات [19] وهو الطيف الناتج عن انتقال ذرة مثارة من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى [23].



الشكل (II - 2) : يوضح طيف الاصدار (الانبعاث) [23].

حيث تنقسم هذه الأخيرة إلى: [21]

1- الطيف المستمر continuous spectra

هذا النوع ينبعث من الأجسام الصلبة عندما تصل درجة حرارتها إلى درجة الإبيضاض، كما يمكن أن ينبعث بواسطة السوائل وذلك لأن كل من المواد السائلة والصلبة لها ذرات تكون متقاربة من بعضها البعض وكمثال نذكر شعلة اللهب الاعتيادي.

2- الطيف المتقطع:

ويتكون طيف الإصدار المتقطع (غير مستمر) لمادة من نمط لخطوط مضيئة على أرضية داكنة ويسمى بخط الطيف المرئي الطيوف الخطية. وتتواجد بنوعين نذكرهما:

الطيف الخطي line spectra

إن الطيف الخطي يتكون من خطوط براقية منفصلة على خلفية مظلمة، هذا النوع من الطيف ينبعث من الأجسام التي تتبخر بواسطة اللهب وينتج أيضا بواسطة الغازات في أنابيب التفريغ.

الطيف الحزمي Band spectra

ينبعث هذا النوع من الطيف من قبل المركبات والغازات مثل النيتروجين والأكسجين عندما تتواجد في حالة من الضغط العالي ودرجة حرارتها منخفضة، ويتكون هذا الطيف من حزم براقية مفصولة عن بعضها البعض بمناطق مظلمة.

II-3- التعريضات وأشكال الخطوط:

تعتبر التعريضات الطيفية من بين أهم الطرق المستخدمة من أجل تحديد خصائص الأوساط (غاز أو بلازما) حيث

أن هذا الطيف ليس رقيقا بل هو عرض ناتج عن عدة أسباب [31]

II-3-1- دراسة بعض أسباب تعريضات الخطوط الطيفية:

أسباب تعريضات الخطوط الطيفية المنبعثة من المرسل كثيرة نذكر منها:

التعريض بواسطة الإشعاع: التعريض الطبيعي.

التعريض بواسطة فعل دوبلر.

التعريض بواسطة التصادمات.

II-3-1-1- التعريض الطبيعي:

كلاسيكيا: سببه يكمن في كبح حركة الإلكترون المهتز الذي يفقد طاقته عند الإشعاع.

كميا: تعريض المستويات سببه يتعلق بمدة حياة محدودة للمستويات الذرية، حيث أننا لا نستطيع تحديد الزمن والطاقة في آن واحد (مبدأ الإرتياب لهيزنبرغ).

$$\Delta E_j = \frac{\hbar}{\tau_j} \quad (1. II)$$

حيث:

τ_j : زمن حياة الذرات في المستوي j .

تستطيع الذرات أن تأثر على الانتقال من الحالة (a) إلى الحالة المثارة (b) بطاقة منخفضة، ولا يمكن اعتبار الحالة (a) حالة مستقرة والخطوط الطيفية متناهية الدقة لكن لديها توزيع لتواترها، واحتمال العثور على ذرة تصدر في الحالة تعطي بالعلاقة

التالية [30,27]

$$P_j = \psi_j(r, t) \times \psi_j(r, t) \times e^{(-\gamma t)} \quad (2. II)$$

$\psi_j(r, t)$: دالة الموجة التي تصف حالة الذرة عند الحالة المثارة j .

γ : يمثل معدل الإنبعاث.

$\psi_j(r, t)$: يمكن التعبير عنها بجزأين أحدهما موضعي والأخر زمني كالتالي :

$$\psi_j(r, t) = U(r) \times e^{\left(\frac{-iE_j t}{\hbar}\right)} \quad (3. II)$$

حيث:

E_j : طاقة الذرة عند الإصدار في الحالة j .

بفرض أن الإهتزاز يبدأ عند $t = 0$ وتوزيع الطاقة يعطي بالعلاقة التالية:

$$E(\omega) = \frac{1}{2\pi} f^*(\omega) f(\omega) \quad (4. II)$$

$$f(\omega) = A \int_0^{+\infty} e^{(-i(\omega-\omega_0)t - \frac{\gamma T}{2})} dt \quad (5. II)$$

ω_0 : التواتر الطبيعي للمشع.

دالة التوزيع تعطى بالشكل التالي:

$$E(\omega) = \frac{1}{2\pi} \frac{A^2}{(\omega-\omega_0) + \frac{\gamma}{4}} \quad (6. II)$$

شدة الإشعاع اللورنتزية تأخذ الشكل التالي:

$$I(\omega) = \frac{\gamma}{2\pi} \frac{1}{(\omega-\omega_0)^2 + \frac{\gamma^2}{4}} \quad (7. II)$$

عرض نصف الخطوط يعطى بالمعادلة التالية:

$$I(\omega_1) = I(\omega_2) = \frac{I(\omega_0)}{2} \quad (8. II)$$

II-3-1-2 تعريض دوبلر:

أصل فعل دوبلر يتمثل في حركة الذرات والأيونات المرسلية (تحرك ذرات المصدر) ، كما أنه هو أول وصف دقيق

قدمه رايلي 1889 ، حيث لاحظ ذرات المصدر تتحرك بسرعة v باتجاه يصنع زاوية θ مع الإبتجاه الملاحظ، ويسجل

تواتر W وعبارته تعطى كالتالي:

$$\omega = \omega_0 \left(1 - \frac{v}{c} \cos\theta\right) \quad (9. II)$$

حيث:

ω_0 : التواتر المتعلق بالمصدر.

C : سرعة الضوء في الفراغ.

من خلال العلاقة السابقة (9. II) نحصل على:

$$\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} = \frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \frac{v}{c} \cos\theta = \frac{v_x}{c} \quad (10. II)$$

إذا كان الوسط يتميز بدرجة حرارة T وبفرض دالة توزيع السرعة لماكسويل نكتبها من الشكل التالي:

$$\omega(v_x) dx = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-\left(\frac{v_x^2}{v_0^2}\right)} \frac{dv_x}{v_0} \quad (11. II)$$

حيث:

نعرفها بالعلاقة التالية:

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = K T$$

m : كتلة ذرات المصدر.

k : ثابت بولتزمان.

بوضع $\Delta\omega_D = \frac{v_0}{c}$ توزيع الشدة في خطوط الطيف من الانتقال $j \rightarrow i$ ، فنتحصل على شكل دوبلر الغاوسي

(Gaussian) و تأخذ عبارته من الشكل التالي: [30]

$$I(\omega) d\omega = \omega \left(C \frac{\Delta\omega}{\omega_D} \right) d\omega \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left[- \left(\frac{\Delta\omega}{\Delta\omega_D} \right)^2 \right] d\omega \quad (12. II)$$

$I(\omega)$: توزيع غوسيان (Gaussian) لتواتر ω .

II-3-1-3-تعريض التصادمات:

إن السبب الأساسي لتعريض خطوط الطيف هو الإضطراب الناجم عن الذرات وذلك بمختلف جزيئاتها المشحونة وغير مشحونة، وفي هذه الحالة يحدث التعريض بواسطة التصادم يمكن تقسيمه إلى ثلاث فئات [31]:

1- التعريض بالرنين: ويكون ذلك بواسطة اضطراب الجزيئات غير مشحونة (تفاعل ثنائي الأقطاب-ثنائي الأقطاب).

2- تعريض فاندرفالز: ويكون ذلك بواسطة اضطراب الجزيئات غير مشحونة مع مختلف أنواع ذرات المصدر (تفاعل ذرة من نوع A - ذرة من نوع B).

3- تعريض ستارك: يتمثل سببه في تفاعل الجسيمات المشحونة (أيونات، إلكترونات) مع ذرات المصدر، ويتم التعبير عن هذا التفاعل بواسطة تأثير حقل ضعيف أيوني وإلكتروني مع ذرات المصدر، كما أن الحقل E يعمل على اضطراب مستويات الطاقة الذرية لتصل إلى أدنى المستويات [28,30].

$$\delta_s[A^0] = 2\omega \left(\frac{n_e}{10^{16}} \right) + 3.5 \left(\frac{n_e}{10^{16}} \right)^{1/4} \left[1 - BN_D^{-1/3} \right] 2\omega \left(\frac{n_e}{10^{16}} \right) \quad (13. II)$$

وإذا كان الوسط ذو ضغط منخفض نسبياً فإن الطيف يأخذ الشكل اللورانتزي Lorentz [24].

II-4-الطرق المستعملة لتحليل الأطياف:

II-4-1-شدة الخطوط الطيفية:

II-4-1-1-شدة الخطوط الطيفية الذرية:

إن الخطوط الطيفية لا تتميز فقط بالتردد وإنما تتميز كذلك بالشدة، وشدة الخطوط الطيفية الموافقة للانتقال من

المستوى الأولي إلى المستوى النهائي يعبر عنها بالقانون الكلاسيكي التالي:

$$I_{if} = N_i A_{if} h \nu_{if} = N_i A_{if} h \frac{c}{\lambda_{if}} \quad (14. II)$$

$$N_i = \frac{N g_i}{B(T)} e^{\left(\frac{-E_i}{k_B T}\right)} \quad (15. II)$$

$$B(T) = \sum_i g_i e^{\left(\frac{-E_i}{k_B T}\right)} \quad \text{حيث:}$$

A_{if} : احتمال انتقال (معامل انشتاين) .

V_{if} : نبض هذا التحول (تردد).

N_i : عدد الذرات المشاركة في وحدة حجم.

h : ثابت بلانك.

$B(T)$: دالة التوزيع.

I_{if} : الشدة ويعبر عنها ب (W/m^3) .

II-4-1-2- شدة الخطوط الطيفية الجزيئية:

إن الانتقال من حالة تتميز بأعداد الكم (n', v', j') إلى حالة تتميز بأعداد الكم (n'', v'', j'') ، وشدة

الخطوط الطيفية المنبعثة خلال هذه المرحلة الانتقالية تتمثل في الطاقة المنبعثة في وحدة الزمن 4π استراديانو، وتعطى

بالمعادلة التالية:

$$I_{n'',v'',j''}^{n',v',j'} = h \nu_{n'',v'',j''}^{n',v',j'} A_{n'',v'',j''}^{n',v',j'} N(n', v', j') \quad (16. II)$$

حيث: h : ثابت بلانك.

$N(n', v', j')$: كثافة المرسل (m^{-3}) .

$A_{n'',v'',j''}^{n',v',j'}$: احتمالية الانتقال (s^{-1}) .

$\nu_{n'',v'',j''}^{n',v',j'}$: عدد الموجي للانتقال من (n', v', j') إلى (n'', v'', j'') ب cm^{-1} .

$$I_{n''v''j''}^{n'v'j'} : \text{ الشدة ويعبر عنها بـ } (W/m^3) [26]$$

II-4-2- تحديد درجة حرارة الإلكترون:

توجد عدة طرق لتحديد درجات حرارة البلازما ومنها: نسبة الشدة بين الخطين، أو الرسم التخطيطي لبولتزمان.

II-4-2-1- نسبة الشدة بين الخطين:

تتم هذه الطريقة بين انتقالين شعاعين في شروط من توازن مستويات الطاقة الحرارية المحلية (توازن ترموديناميكي

محلي) لدرجة حرارة معينة.

وفقا للمعادلة (II-1) يمكننا أن نستنتج درجة الحرارة التي تبعث من نوع الإشعاع المرسل، وذلك باستخدام نسبة شدة

بين الخطين (1) و(2) من نفس النوع.

$$\frac{I_{ij}}{I_{kl}} = \frac{g_i \cdot A_{ij} \cdot \lambda_{kl}}{g_k \cdot A_{kl} \cdot \lambda_{ij}} e^{\left(\frac{E_k - E_i}{KT} \right)} \quad (17. II)$$

$$KT(eV) = \frac{(E_k - E_i)}{\left(\ln \left(\frac{I_{ij} \cdot g_k \cdot A_{kl} \cdot \lambda_{ij}}{I_{kl} \cdot g_i \cdot A_{ij} \cdot \lambda_{kl}} \right) \right)} \quad (18. II)$$

II-4-2-2- طريقة الرسم التخطيطي لبولتزمان :

يتم تقييم درجة حرارة الإثارة (T_{exc}) من قياس شدة الخط الطيفي للانبعاث الضوئي I_{if} المتعلقة بالانتقال من

المستوى i إلى المستوى f . بافتراض أن عدد السكان في المستويات الذرية يحقق توزيع بولتزمان، وشدة الخطوط الطيفية تعطى

ب:

$$I_{if} = \frac{hc}{\lambda} \frac{ng_i A_{if}}{B(T_{exc})} e^{\left(\frac{-E_i}{T_{exc}} \right)} \quad (19. II)$$

حيث: h هو ثابت بلانك.

C : هي سرعة الضوء في الفراغ.

$B(T_{exc})$: هي دالة التوزيع.

λ : هو طول الموجي الموافق للانتقال.

A_{if} : احتمال الإنتقال [29] .

الفصل الثالث

تفسير الأطياف التجريبية

وتحليل النتائج

المقدمة

إن العمل التجريبي الذي نقوم به هو دراسة أطياف بلازما العينة الصخرية من أجل معرفة المكونات الأساسية لها بحيث اعتمدنا في هذه الدراسة على تقنية "LIBS".

III-1- تقنية LIBS :

وهي اختصار ل Laser-induced breakdown spectroscopy أو التحليل الطيفي

المستحث بالليزر، فهي تمكننا من الحصول على نتائج مرضية بسرعة كبيرة بدون أن تسبب أي ضرر يذكر للعينة واستخدامها سهل بالإضافة إلى أنها غير مكلفة، ويمكن أيضا استخدامها لتحديد مكونات عناصر أي نوع من العينات وتعتبر هذه التقنية من بين أحدث طرق الكشف عن التركيب الكيميائي لمختلف الأوساط (الغازية، السائلة أو الصلبة) وهي تستخدم في عدة مجالات مثلا في مجال الطب فقد استخدمها أطباء الأسنان لتحديد العمق الذي يجب أن يصلوا له في تجويف السن، كما أن مختبرات ضبط الجودة اعتمدوا عليها في تحديد مقدار العناصر المضافة إلى الألومنيوم المستخدم في البناء للتأكد من أن النسبة المطلوبة هي التي تم اضافتها للخليط [32].

III-2- الصخور

تعرف الصخور على أنها كل مادة صلبة متماسكة غير حية تكونت طبيعيا من معدن واحد أو من خليط من عدة معادن [33] تجتمع المركبات المعدنية المتشكلة في أوقات مختلفة إلى بعضها لتشكيل معا صخور جديدة، فالصخور لا تبقى على حالها إلى الأبد فبرغم من صلابتها إلا أن شكلها يتغير وذلك بفعل قوى التعرية فهي تفتتها وتنقلها من مكانها الأصلي إلى مكان آخر، كما يمكن للصخور أن تنصهر نتيجة للحرارة أو الضغط أو حتى تبرد وتتحول من جديد لتشكيل صخور مختلفة. ويمكن تقسيم الصخور إلى مجموعات مختلفة بحسب خصائصها الفيزيائية أو بحسب المركبات المعدنية والكيميائية الموجود فيها. وهي أنواع صخور نارية، صخور متحولة وصخور رسوبية [34].

III-3- التجربة:

استخدمنا في هذه التجربة ليزر هليوم-نيون ذو طول موجي 632,8 nm و طاقة قدرها 1mw، بداية قمنا بجلب العينة على شكل بودرة ومن ثم قمنا بوضع الشريحة الزجاجية فوقها حيث هذه الأخيرة تم تعقيمها بواسطة أستون ASITON من أجل الحصول على نتائج دقيقة بعد ذلك سلطنا أشعة الليزر على العينة الخاصة بنا والمتمثلة في مادة صخرية لمدة قدرها ساعة، حيث مر الليزر على ثلاث عدسات محدبة آخرها تبعد عن العينة بمسافة حوالي 5cm وذلك من أجل زيادة شدة الليزر من جهة ومن جهة أخرى نكون قد نظمنا تلك الأشعة المبعثرة، تقوم هذه العدسات بتجميع طاقة الليزر مقتلعة بذلك بعض الجسيمات من العينة الصخرية فتتحول من بودرة إلى غاز هذا الغاز يتصاعد مشكلا سحابة من البلازما تتمدد هذه الأخيرة في حدود ميكرو ثانية وكما نعلم فإن الذرات تميل إلى حالة الإستقرار فتنتقل بذلك الذرات إلى المدارات السفلية مطلقة فوتونات ضوئية تدعى بطيف الإنبعاث spectral émission، بعد ذلك نأخذ الشريحة الزجاجية والتي قد ترسبت عليها نواتج عملية التسامي إلى جهاز المطياف من أجل رسم المنحنيات البيانية للأطياف حيث سنختار المجال المرئي وكذا مجال الأشعة فوق البنفسجية .



الشكل (III - 2) : الشريحة الزجاجية



الشكل (III - 1) : مصدر الليزر



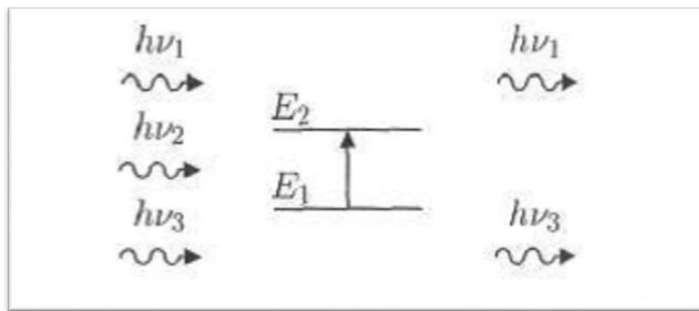
الشكل (III - 3) : رسم يوضح التركيب التجريبي .

III-4- مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء :

يحدث اهتزاز للجزيئات بشكل طبيعي بسعة ضعيفة جدا، عند توافق تواتر الفوتون الوارد مع اهتزاز الأنماط العادية

للجزيء فإنه يستجيب معه بصورة مباشرة وهذا يعني عند تساوي طاقة الفوتون مع الطاقة اللازمة للجزيء للمرور من حالة

طاقة منخفضة إلى حالة مثارة يمتص وتحويل طاقته إلى طاقة اهتزاز كما هو موضح بالمخطط (III-2) في الشكل التالي:



الشكل (III - 4) : امتصاص الأشعة تحت الحمراء

الفوتون الذي طاقته ($h\nu_2$) المساوية لطاقة الانتقال ($E_2 - E_1$) هو الوحيد الذي يمتص وبالتالي فإن الفوتون

الامتص يحدث خللا في الإشعاع المنبعث [35].

امتصاص بعض الفوتونات الواردة يؤدي لظهور خطوط توافق الفوتونات الممتصة للجزء في منحنى طيف الأشعة تحت الحمراء، يميز هذا الامتصاص الروابط بين الذرات وبما أن كل نمط اهتزاز يوافق حركة وحيدة للجزء إذا يوجد توافق مباشر بين الإشعاع الممتص وبنية الجزيء [36].

III-5- الجهاز المستعمل للقياس بواسطة الأشعة تحت الحمراء:

قمنا بتسجيل طيف الأشعة تحت الحمراء بواسطة مطياف كما هو موضح في الشكل (III-2) يعمل في المجال الطيفي ($400-4000\text{cm}^{-1}$).

وفي هذا الجهاز يتم تحليل الحزمة بواسطة موشور إلى ترددات ضمننا موجودة في الشعاع، يمر الشعاع ذو التردد الوحيد بالعينة المراد دراستها، ثم يعبر إلى الكاشف المرتبط بجملة التضخيم يتم تسجيلها ومقارنتها بالمرجع لتعطي في النهاية الطيف المطلوب [37].



الشكل (III - 5) : جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء

III-6- مطيافية الأشعة فوق البنفسجية - المرئية:

يعتمد مبدأ هذه التقنية على تفاعل الضوء مع العينة المراد تحليلها بحيث جزء من الشعاع الساقط يمتص أو ينفذ عبر العينة، عندما تمتص المادة الضوء في نطاق الأشعة فوق البنفسجية والمرئية فإن الطاقة الممتصة تسبب اضطرابات في البنية الإلكترونية للطبقة الرقيقة مما ينتج عنها انتقال للإلكترونات من مستوى طاقي أقل إلى مستوى طاقي أعلى، تقع

هذه التحولات الإلكترونية في المجال المرئي بين (350nm - 800nm) والأشعة فوق البنفسجية بين (200nm - 350nm) [38].

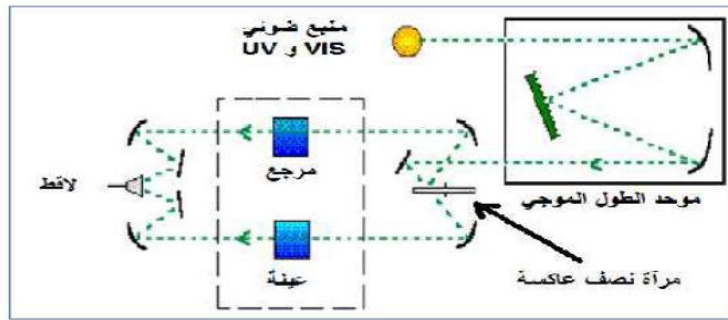
III-7- مبدأ عمل جهاز الأشعة فوق البنفسجية - المرئية:

القياسات التجريبية سنقوم بها باستخدام جهاز مطيافية الأشعة فوق البنفسجية - المرئية من نوع:

UV-Vis-NIR Spectrophotometer مضاعف الحزمة واحدة للمرجع (الزجاج) و الأخرى للعينة

(زجاج + طبقة) والذي يعتمد مبدأ عمله على مصدر ضوء مكون من مصباحين: مصباح الديتريوم (180nm إلى

400nm) ومصباح التنغستن (400nm إلى 800nm) كما هو موضح بالشكل (III-4) [38].



الشكل (III - 6) : رسم تخطيطي لجهاز التحليل الطيفي ثنائي الحزمة [39].

ينتج من موحد الطول الموجي لتحديد الأطوال الموجية في كل مرة حزمة فوتونات لها طول موجي معين فتوجه هذه

الأخيرة نحو مرآة نصف عاكسة لتقسم حزمة الفوتونات إلى حزمتين واحدة تمر عبر العينة والأخرى تمر عبر المرجع بعد ذلك

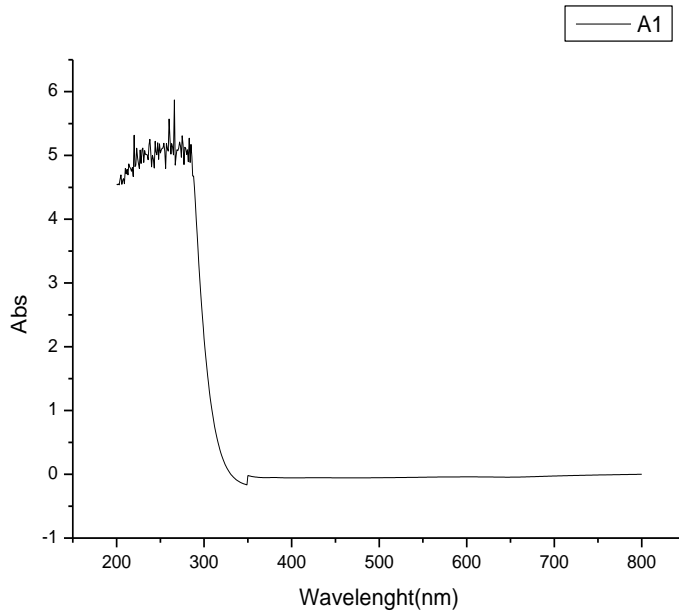
توجه الحزمتان نحو الكاشف لمقارنة النتائج ورسمها [40]. كما هو موضح في الشكل (III-5).



الشكل (III - 7) : جهاز مطياف الأشعة فوق البنفسجية

III-2- نتائج الأشعة فوق البنفسجية:

III-2-1- تفسير وتحليل النتائج :



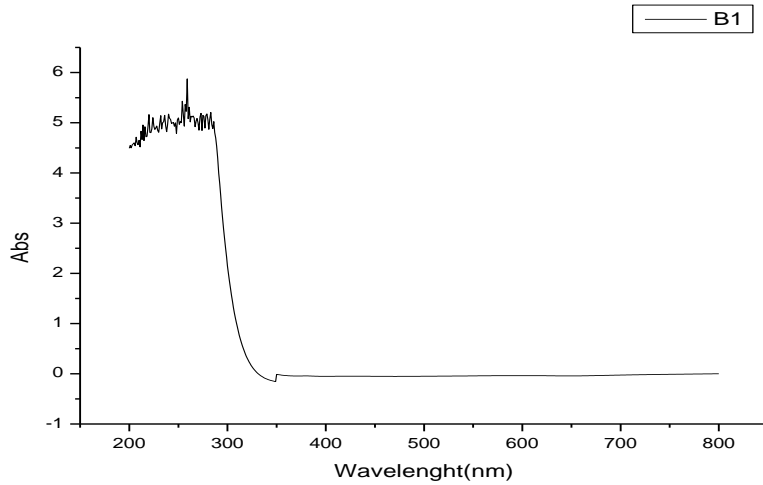
الشكل (III - 8) : طيف الأشعة فوق البنفسجية للعينة A_1 .

العينة A_1 هي شريحة زجاجية بحيث يمثل الشكل (III-6) طيف شدة الإمتصاص بدلالة الأطوال الموجية، حيث

نلاحظ أن شدة الإمتصاص كانت كبيرة لما كانت الأطوال الموجية في المجال [200nm- 280nm] و بلغت ذروتها

فكانت قيمتها 5,86 عند الطول الموجي 266 nm ثم بدأت في التناقص إلى أن ثبتت وواصلت الثبات، أي أنه كلما

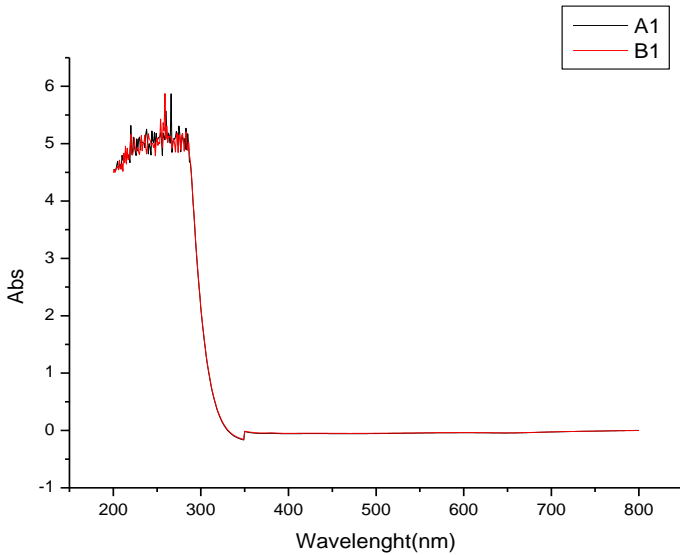
زادت شدة الطول الموجي بقيت شدة الإمتصاص ثابتة بالكاد تكون معدومة.



الشكل (III - 9) : طيف الأشعة فوق البنفسجية للعينة A_1 .

العينة B_1 هي شريحة زجاجية بها بوردرة سلط عليها ليزرا بحيث يمثل الشكل (III-7) طيف شدة الإمتصاص بدلالة الأطوال الموجية، حيث نلاحظ أن الإمتصاص كان فعال وملحوظ في المجال [200nm - 280 nm] فبلغ حده الأقصى بقيمة تقدر بـ 5,87 عند الطول الموجي 259 nm ثم بدأ في التناقص ليثبت بعدها مهما زادت الأطوال الموجية.

III-2-2-المقارنة بين المنحنيين A_1 و B_1 :



الشكل (III - 10) : طيف الأشعة فوق البنفسجية للعينتين A_1 و B_1 .

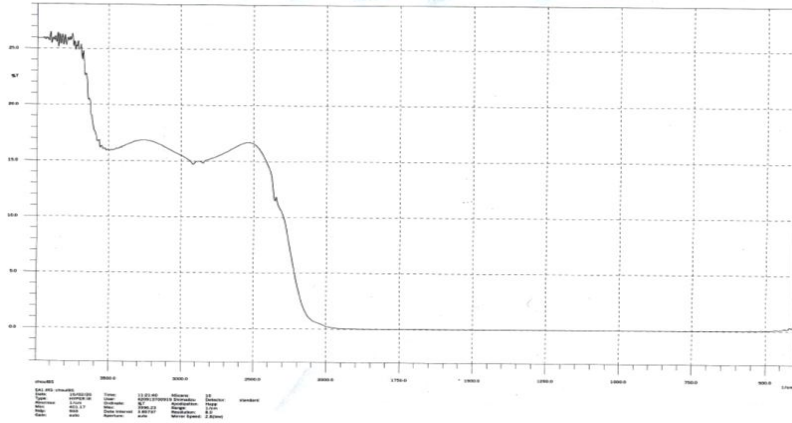
من خلال مقارنة طيف الأشعة المرئية والفوق البنفسجية لكلا العينتين A_1 و B_1 نلاحظ أن النتائج متقاربة جدا، حيث

هناك تطابق كبير إلى حد ما فالفرق بينهما طفيف ومحصور في المجال ذو الطول الموجي [200nm-270nm]، نلاحظ

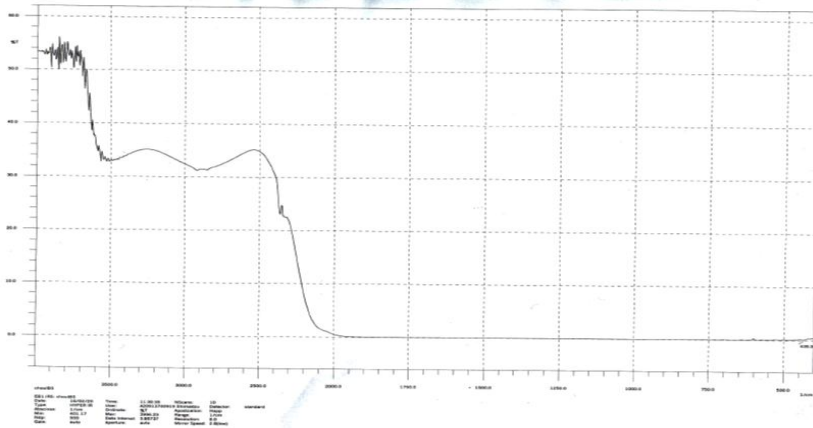
بأن طيف العينة A_1 له ذروة أقل من طيف العينة B_1 ورغم أن الفرق غير كبير إلا أننا تمكننا من مشاهدته. وكما يمكننا

تفسير ذلك بضعف طاقة الليزر المستعمل في التجربة لأن عملية تسامي المادة الصلبة تحتاج إلى طاقة عالية.

III-2-3- نتائج الأشعة تحت الحمراء:



الشكل (III - 11) : طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة المرجعية الغير معالجة بالليزر .



الشكل (III - 12) : طيف الأشعة تحت الحمراء للعينة بعد تسليط الليزر مع المسحوق .

ومن خلال النتائج المسجلة يتضح كذلك عدم تشكل أي مركب جديد بالعينة المعالجة بالليزر، وهذا ما يؤكد نتائج

طيف الأشعة المرئية والفوق البنفسجية.

وعليه نأمل أن نعيد التجربة في المستقبل باستعمال ليزر ذو طاقة عالية. الأشعة المرئية والفوق بنفسجية.

العمل الذي أنجزناه هو دراسة تجريبية لعينة صخرية وذلك باستخدام طرق تجريبية حيث تم الإستعانة بعدة تقنيات طيفية تسمح بتحديد العناصر الكيميائية نذكر منها امتصاص الأشعة تحت الحمراء (FTIR) التي تكشف أغلب الروابط الجزيئية المتضمنة داخل تراكيب الصخر، فالهدف المنشود من كل هذه الدراسة هو التعرف على المكونات الأساسية للعينة الصخرية وذلك انطلاقا من تحليل الأطياف الناتجة عن التسامي بالليزر باستخدام تقنية LiBS .

من خلال دراسة وتحليل النتائج التجريبية تبين لنا بأنه لم يتم تسجيل مركبات جديدة بالعينة المعالجة وهذا كله راجع لضعف طاقة الليزر وعليه فإنه يجب معالجة العينة الصخرية بليزر ذو طاقة عالية من أجل الحصول على نتائج جيدة.

وفي الأخير نرجو أن نكون قد وفقنا ولو بشيء يسير حول كيفية دراسة الصخور ويبقى المجال مفتوح من أجل القيام بدراسات أخرى لمثل هذه الصخور آخذين بعين الإعتبار ما قمنا به من أجل تسهيل الدراسة.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

- [1] الموقع الإلكتروني <https://mawdoo3.com>
- [2] وسام أحمد عبد العزيز، فيزياء البلازما.
- [3] اسماعيل شيحي، حساب دوال الحقل الكهربائي الموضوعي ومشتقاتها داخل البلازما باستخدام المحاكاة العددية مونت كارلو وتطبيقاتها على طيف الهليوم، رسالة دكتورا، دولة جامعة منتوري قسنطينة 2015.
- [4] قريشة سليمة، مساهمة في دراسة توزيعات المشتقات الفضائية الموضوعية في البلازما مذكرة لنيل شهادة الماجستير في فيزياء الإشعاع البلازما.
- [5] أستاذ دكتور بنرارد هيلد، فيزياء البلازما الباردة.
- [6] قريشة سليمة، استخدام نموذج توزيع المشتقات الفضائية للحقول الكهربائية الأيونية الموضوعية في البلازما، أطروحة دكتوراه، علوم في الفيزياء 2013.
- [7] د. علي إبراهيم مهدي، الليزر.
- [8] د. يوسف مولود حسن د. صالح مصطفى الأتروشي، تقنيات الليزر واستخداماته، كلية الهندسة جامعة دهوك.
- [9] عدي عطا حمادي. أستاذ الليزر في الجامعة العراقية، صناعة القاطع الليزري.
- [10] صالح مصطفى الأتروشي. رياض وديع يوسف، الليزر أسس واستخدامات، كلية الهندسة جامعة دهوك.
- [11] د. فالح حسن الأحمدي. د. عصام جورج الشماني، الليزر وتطبيقاته.
- [12] د. سعود بن حميد اللحياني، الليزر وتطبيقاته، كلية العلوم جامعة أم القرى.
- [13] عدي عطا حمادي (ماجستير ليزر)، أساسيات الليزر وتقنياته لطلبة الدبلوم الفني في الإتصالات، تموز 2004.
- [14] الليزر وتطبيقاته الطبية، جامعة الأندلس الخاصة للعلوم الطبية.

- [15] الدكتور محمد كوسا : أستاذ مساعد في قسم الفيزياء، فيزياء الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق (2005-2006).
- [16] وليد مصطفى صهيوني : مقدمة في فيزياء البلازما، سلطنة عمان جوان 2006.
- [17] <https://www.hazemsakeek.net>
- [18] بيلا.ليكيل. الليزرات جامعة فرنالديو، ترجمة فاروق عبودي قصير، جامعة الموصل 1984م-1403هـ..
- [19] د/ سالم مليباري، عبد الغني حمزة، الكيمياء العامة.
- [20] [http:// :forums.Arabs.com/threads/61534](http://forums.Arabs.com/threads/61534).
- [21] د. صباح محمود امان الله. د. عبد السميع فوزي عبد العزيز، أساسيات الفيزياء الذرية.
- [22] محمد خليل أبو زلطة. أجمد حسين أبو جزر. مصباح جمعة عقل. زياد عبد الكريم القاضي، فيزياء الضوء والصوت والفيزياء الحديثة (النظرية النسبية والإشعاع والفيزياء الذرية) الطبعة العربية الأولى (2010م-1431هـ) عمان -الأردن.
- [23] <http://easyphysicsway.blogspot.com>
- [24] F.khelfaoui : «Cour de Master physique du rayonnement», 2012-2013.
- [25] د.شفاء مجيد جاسم وعلي شاهين سعيد الزبيدي، الفيزياء جمهورية العراق.
- [26] S.Lemkeddem et F.khelfaoui : «spectre de raies d'émission d'une torche plasma en utilisant la technique de l'inversion d'abel», Séminair International sur la physique des plasmas (SIPP2011), Ouargla, 2011.
- [27] Moussa O.cheibetta, contribution à la théorie d'élargissement des raies Spectrales émise par le plasma : Application la raie Ly-de l'atome de l'hydrogène, Doctorat de 3 èmecyle, Université cheikh Anta Diop de Dakar-Sénégal, 2004.
- [28] L-Ben Mabrouk, Etud spectres d'émission d'ions de Déposition sur couches Mémoire de Magister Université de Ouargla 2003.
- [29] H.Park, S.J.You et W. Choe; Correlation between excitation temperature and electron temperature with two groups of electron energy distribution, physics of plasmas, Vol.17, p.103501,2010.
- [30] W.Demtroder, Atomes Molecules and photons, Springer-Verlag, 2006, Berlin Heidelberg.

- [31] سارة شناي، مذكرة ماستر أكاديمي (دراسة أطياف بلازما النحاس في الهواء) ، جامعة قاصدي مرباح ورقلة . 2018
- [32] www.startimes.com
- [33] أ.د. محمد احمد حسن هيكل، عبد الجليل عبد الحميد هويدي، أساسيات الجيولوجيا الفيزيائية، مكتبة الدار العربية للكتاب.
- [34] عماد الدين أفندي، د. سائر بصمة جي، أطلس الصخور والمعادن، دار الشرق العربي، حلب، سوريا، 2014.
- [35] Vincent Maget, (2005), Développement de méthodes de traitement de signaux Spectroscopiques : estimation de linge de base et du spectre de raie, Univ Henri Poincaré Nancy 1 p20-21.
- [36] دريوش. ب " تحضير وتحليل المواد النانوية لكبريت الزنك (ZnS) "، مذكرة ماستر، جامعة حمة لخضر الوادي (2019).
- [37] سميحة بضياف، مذكرة ماستر أكاديمي، دراسة التركيب الجزيئي لرمال كتبان منطقة ورقلة باستخدام مطيافية الامتصاص ما تحت الأحمر وحيود الأشعة السينية، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، 2012 .
- [38] Taabouche. A "Etude structurale et optique de films minces ZnO élaborés par voie physique et/ou chimique "; Thèse de DOCTORAT ; Université Constantine (2015).
- [39] نقودي. ن، «دراسة الخصائص البنيوية والكهربائية والضوئية لأغشية أكسيد القصدير (SnO_2) المطعمة بالنيكل (Ni) والمرسبة بتقنية الرش الكيميائي الحراري" مذكرة ماستر فرع فيزياء، جامعة الوادي 2018.
- [40] Frank. A, Prentice. H, "Handbook of instrumental techniques for analytical chemistry"; U.S.A (1997).

الملخص:

قمنا خلال هذا العمل بإجراء عملية التسامي بالليزر لمسحوق عينة صخرية على شريحة زجاجية وكما قمنا باستخدام تقنية التحليل بالأشعة المرئية والفوق بنفسجية وكذا الأشعة تحت الحمراء من أجل تحليل العينة، حيث بينت النتائج عدم تشكل مركبات جديدة على الشريحة الزجاجية، فقط وجود اختلاف طفيف لشدة أطراف الإمتصاص بمجال محدود، كما بينت التجربة أن تحليل العينات الصخرية يحتاج إلى استخدام ليزر ذو طاقة عالية حتى تحدث عملية التسامي حيث خلال هذا الطور سنتمكن بسهولة من الكشف عن العناصر الكيميائية المتواجدة بالعينة المدروسة.

الكلمات الدالة: الليزر، المطيافية، البلازما الصخور، UV-VIS، FTIR

Résumé :

Au cours de ce travail, nous avons effectué le processus de sublimation laser d'une poudre d'échantillon de roche sur une lame de verre, et nous avons également utilisé la technologie d'analyse visuelle, ultraviolette et infrarouge pour analyser l'échantillon, où les résultats ont montré qu'aucun nouveau composé ne s'est formé, seulement une légère différence dans l'intensité des spectres d'absorption dans une plage limitée. L'expérience a également montré que l'analyse des échantillons de roche nécessite d'utiliser un laser à haute énergie pour que le processus de sublimation se produise, car au cours de cette phase, nous serons en mesure de détecter facilement les éléments chimiques présents dans l'échantillon étudié.

Mots clés : LASER, SPECTROSCOPIE, PLASMA, ROCHES, FTIR, UV-VIS

Abstract:

During this work, we performed the laser sublimation process of a rock sample powder on a glass slide, and we also used visual, ultraviolet, and infrared analysis technology to analyze the sample, where the results showed that no new compounds were formed, only a slight difference in the intensity of absorption spectra in a limited range. The experience also showed that the analysis of rock samples needs to use a high-energy laser in order for the sublimation process to occur, as during this phase we will be able to easily detect the chemical elements present in the studied sample.

Key words: LASER, spectroscopy, plasma, ROCKS, FTIR, UV-VIS