رقم الترتيب : .....

رقم التسلسلي : .....

جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء

مذكرة ماستر اكاديمي

اختصاص : فيزياء الإشعاعية

من اعداد الطالبتان :

باديجة كريمة

فطيمي مبروكة

الموضوع :

دراسة طيف الإصدار الناتج عن بلازما الفليورين

نوقشت يوم : 31 ماي 2018 م

أمام أعضاء اللجنة المناقشة المكونة من السادة :

عاشوري عبد الرحيم	أستاذ محاضر أ	رئيسا	جامعة ورقلة
خلف الله بالقاسم	أستاذ مساعد أ	مناقشا	جامعة ورقلة
بن مبروك لزهر	أستاذ محاضر أ	مشرفا	جامعة ورقلة

السنة الجامعية 2018/2017

الإهداء

الى الطائر السابح في الفضاء العطف والمحبة الى كتاب المنهل الذي تستقي منه النفوس العطشى والى ملهمي طريق السعادة والصلاح والى لسان العدل مصدر الفضيلة .....أبي العزيز

الى من حملت و ربت وصبرت الى جنة تصونها ملائكة الرحمن الى ابتسامة تسعد القلب في دنيا الحزن.....أمي

الى جنة تحرسها ملائكة الحب .....أمي الثانية {مباركة قاضي}

الى ملاذي حين يضيق العيش الى من كان سندي في مشواري الدراسي رفيق الحياة "محرز خرفي "

الى ملائكة السعادة التي تحمل ابتسامة الأزهار الى الأحلام اللطيفة أخواتي وإخواني الى زوجة أخي الغالية

الى أزهار الأقحوان {شهيناز ,كوثر ,تيسير , علي }

الى من تدمع العين عند ذكراه جدي الغالي رحمه الله واسكنه جنان رحمته

الى جدياتي {رملية ,فاطمة,سعيدة ,مسعودة ,خيرة}

الى أعمامي وعماتي الى خالاتي وأخوالي

الى أبناء وبنات أعمامي

الى أخواتي التي لم تلدهم أمي {تركية, نور الهدى , صباح , هاجر }

الى جارتي العزيزة {خديجة}

وفي أخيرا اشكر كل مد يد العون في مشواري الدراسي وفي انجاز هذا العمل المتواضع

إهداء

الحمد لله الذي وفقنا لهذا ولم نكن لنصل إليه لولا فضل الله علينا

أما بعد اهدي هذا العمل إلي أمي الغالية وأبي العزيز اللذان رافقني طيلة الحياة مشواري الدراسي

وسهرا وتعبا على تعليمي والوصولي إلى ما أنا عليه الان

إلي رفيق دربي وسندي في دنيا.....يوسف خرفي الذي ساعدني على إتمام هذا العمل

إلي كل أفراد أسرتي إخواني وأخواتي وعماتي وأعمامي و إلي عائلة زوجي وكل واحد باسمه إلي كل الأقارب دون استثناء

إلي من رفقوني في مشواري الدراسي **بشير ومحرز خرفي وعليلي فيصل والي صدقتي المحبوبة مبروكة فطيمي**

وكل عزيز على قلبي والي من يحمل بذرة حب لي

شكر وعرفان

الحمد لله الذي هدانا وماكنا لنهتدي لو إن هدانا الله

الشكر الأول والأخير لله عز وجل الذي كنا لنا خير عون في

انجاز هذه المذكرة فوفقنا بفضله وكرمه الى تقديمها

على هذه الصورة

كما نتقدم بخالص الشكر والامتنان الأستاذ

"بن مبروك لزهر"

لقبوله أن يكون مؤطرا لنا في هذا العمل

كما نشكرايضا أعضاء لجنة المناقشة على قبولهم

ترأس ومناقشة هذه المذكرة ونتمنى أن يفيدوننا بآرائهم

القيمة والبناءة

وأخيرا نشكر كل من مد يد العون من العون لنا

كما نشكر جميع الزملاء و الزميلات .

الفهرس

إهداء .....

شكر وعرفان .....

الفهرس .....

مقدمة عامة: 1

الفصل الأول: عموميات حول البلازما و الأطياف الذرية

I–1 البلازما 3

مقدمة 3

I–1–1 لمحة تاريخية 3

I–1–2– ماهية البلازما 4

I–1–3–أنواع البلازما 4

I–1–4–أشكال البلازما 5

I–1–5– الخصائص العامة للبلازما 6

I–1–6 – بعض خصائص البلازما 6

I–1–7 –قوانين التوازن الترموديناميكي 6

I–1–8– أهم المقادير في فيزياء البلازما 9

I–2الأطياف 13

I–2–2 أنواع الأطياف 13

I–2–3–الطرق المستعملة لتحليل الأطياف 14

I–2–3–1–شدة الخطوط الطيفية 14

I–2–3–2–تحديد درجة حرارة الإلكترون 16

الفصل الثاني: عموميات حول الليزر

II –الليزر 19

II –1–اكتشاف أشعة الليزر 19

II–2–تعريف الليزر : 19

II– 3–مكونات جهاز الليزر 19

II– 4– شروط الانبعاث الليزر 21

II– 5– خصائص أشعة الليزر 22

II– 6– أنواع الليزر 24

II– 7–تصنيفات الليزر 24

II– 8–مجالات استخدام الليزر 25

II– 9–مميزات شعاع الليزر 26

II –10–عيوب استخدام الليزر 26

II– 11–تطبيقات الليزر 26

الفصل الثالث : تشخيص البلازما الناتجة عن تسامي الفليورين

مقدمة : 28

III–1التجربة 28

III–2–تحليل الطيف التجريبي 29

III–2–1رسم الأطياف الذرية النظرية 29

III–2–2البرنامج العددي 30

III–2–3تحديد العناصر الكيميائية المسؤولة عن الإصدارات الطيفية: 34

III–2–4 حساب درجة الحرارة الوسطT 34

III–2–5المعايرة الرقمية و حساب النسب 35

خاتمة عامة 38

مقدمة عامة:

توجد المادة على أربعة حالات (الصلبة ، السائلة ،الغازية والبلازما) ،هذه الأخيرة تحدث عند رفع درجة حرارة الغاز الى حد معين يصل الى10^{5}k فيحصل تأين لذرات المكونة للغاز ويصبح الوسط يحوي ايونات بالإضافة للالكترونات و الذرات الحيادية وهذه هي الحالة الربعة للمادة .

سنهتم في هذه المذكرة بدراسة الطيف التجريبي لبلازما الفلورين المتحصل عليه باستخدام تقنية LIBS

والهدف المنشود هو محاولة معرفة العناصر المكونة لهذه المادة وذلك انطلاقا من تفسير الأطياف الذرية الصادرة عن البلازما المتشكلة بعد عملية التسامي بالليزر .

وعليه تم تقسيم هذه المذكرة الى ثلاثة فصول وهي كالأتي :

الفصل الأول :سنتطرق فيه لدراسة عامة عن البلازما والأطياف الذرية و هذه الأخيرة تعتبر أساس دراستنا.

.الفصل الثاني :سنتحدث فيه على الليزر بصفة عامة وبعض تطبيقاته .

الفصل الثالث : سنقوم بشرح تقنية LIBS وعرض البرنامج العددي المتبع في هذه الدراسة وكذا عرض النتائج المتحصل عليها و مناقشتها.

.وأخيرا إعطاء خلاصة عامة .

الفصل الأول :

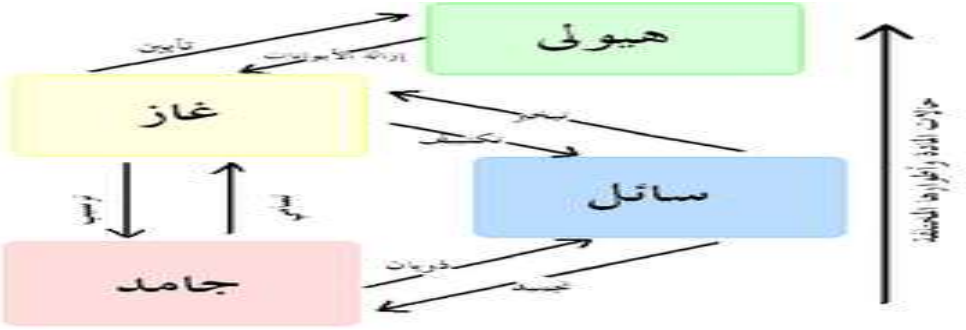
عموميات حول البلازما و الأطياف الذرية

I-1 البلازما

مقدمة

المادة ثلاثة حالات الصلبة والسائلة والغازية ،عن طريق احدات تغير في درجة حرارة المادة يمكن احدات تغير في حالتها. عموما في جميع الحالات ، ذرات وجزيئات المادة تكون متعادلة كهربائيا وهده الصفة تكون متحققة حتى أثناء عملية التحول المادة من حالة الى أخرى .في حالة البلازما فان خاصية التعادل الكهربائي لذرات وجزيئات المادة تختل، ويرتبط مفهوم البلازما عادة بحالة التائين للمادة التي تشكل 99بالمئة من المادة الكلية للكون لذا فان حالة البلازما تشكل أكثر حالات المادة شيوعا في الكون .

إن الصفة التي تميز حالة عن الأخرى هي طاقة الربط بين الدقائق المكونة للمادة حيث تكون قوية جدا في الحالة الصلبة وضعيفة في الحالة السائلة وشبه معدومة في الحالة الغازية ومعدومة تقريبا للبلازما ،تحدث تدريجيا بازدياد درجة حرارة المادة الغازية وان تحولها من حالة غازية إلي حالة البلازما هو تحول غير طوري كما في الشكل(I)



الشكل (I)

I-1-1 لمحة تاريخية

إن اول من أطلق مصطلح الحالة الرابعة للمادة هو الانجليزي(William Grookes) عام1879 لوصف القسم المتاين من الانفراغات الغازية. وقد علل مصطلحه هذا كما هو موضح في الشكل (I) [1]تتحول المادة الصلبة بالتسخين إلى الحالة السائلة وباستمرار التسخين تتحول إلى غاز وعند رفع درجة حرارة الغاز الى حد معين يصل [2] 10^5k يحصل تأين الذرات المكونة للغاز ويصبح الوسط يحوي بالإضافة الى الايونات على الكترونات وجزيئات حيادية .

I-1-2- ماهية البلازما

بصفة عامة يمكن افتراض أن البلازما هي خليط مكون من ثلاث عناصر [3] الكترونات حرة وايونات موجبة أو سالبة وذرات معتدلة وجزيئات [4] والغاز التأين يحوي عددا كبيرا من جسيمات مشحونة تحجب نفسها الكتروستاتيكا عند مسافة صغيرة وأنها تجمع لجسيمات متاينة بالقوى الكهرومغناطيسية بعيدة المدى والمرتبطة بشحناتها وحركاتها[5]

-**درجة التأين غاز**: تكون الغازات في حالاتها العادية عازلة كهربائيا ، وتصير ناقلة إذا أضعت الى حقول كهربائية شديدة ، تعطى درجة تأين الغاز ب ($\beta=n/n_0+n$) حيث n_0 كثافة حوامل الشحنة في حين تكون اقل من $\mathbf{10^{-4}}$ نقول ان الغاز ضعيف التاين وحين تكون n اعلى من هذه القيمة يعتبر غاز شديد التأين [6].

-**الحالة الصلبة** :كما في أشباه الموصلات حيث توجد الشحنات الموجبة المتمثلة بالفجوات والشحنات السالبة المتمثلة بالالكترونات الحرة(حرة الحركة).

-**الحالة السائلة**:كما في المحلول الالكتروليتي.

أن ابسط الأنواع لدراسة البلازما من الناحيتين العلمية والنظرية هي عندما تكون المادة في الحالة الغازية ودلك لأهميتها الكبيرة وخاصة عندما تصدر أطياف ذرية .

I-1-3-أنواع البلازما

تصنف البلازما وفقا للدرجات الحرارة إلى ثلاثة أصناف هي:

البلازما الحارة :تكون من رتبة بضعة ألاف الدرجات ,معدل تأين هده البلازما يقارب 100 بالمئة نجد هدا النوع من البلازما في مجال الانصهار الحراري_النووي.

البلازما الباردة : غالبا ما تكون متاينة جزئيا(ضعيفة التأين) تتراوح درجات حرارتها بين مئات إلى عدة ألاف من الدرجات المئوية وبطاقة حركية مقدارها(1ev) ويطلق عليها اسم التفريغ الكهربائي هذا النوع يستخدم في اغلب البحوث العلمية المخبرية

البلازما الساخنة : بلازما تامة التأين وتعد الوسط الأساسي التي تحدث فيه تفاعلات الاندماج النووي وكمثال على ذلك

بلازما الساخنة التي توصل إليها الاتحاد السوفيتي سابقا في معجلات التوكماك وتتراوح درجة حرارتها بين مئات إلى عدة ملايين من الدرجات الحرارية ,وبطاقة في حدود(10ev).

I-1-4-أشكال البلازما

إن أشكال البلازما تتضمن

بلازما تصدر عن أجهزة صناعية :لجأ الإنسان الى توليد البلازما صناعيا وهي تشمل شاشات البلازما ، مصابيح التألق (الفلوريس ذات الطاقة الضعيفة) ،لحام القوس الكهربائي مصابيح البلازما وكذا البلازما المستخدمة ،لحفر رقائق الحاسوب وكذا لإنتاج أشباه المواصلات[7] .

البلازما الطبيعية:كل أنواع البلازما الطبيعة في حالة مثالية وتعريفها هو أن يكون متوسط الطاقة الحركية الحرارية لأجسامها يفوق متوسط الطاقة الكامنة الكهربائية المتبادلة بين أجسامها [8].ينقسم هدا النوع من البلازما إلى نوعين هما:

بلازما طبيعية كونية :تمثل البلازما الطبيعية الكونية النسبية الكبيرة في هذا الكون كالبلازما الموجودة على السطح الشمس(الغيم المضيئة المحيطة بسطحها المشع) درجة حرارتها5700 k،وبلازما مركز الشمس درجة حرارتها17مليون كلفن [8]

.النجوم

.الرياح الشمسية

.الفراغ المحيط بين النجوم والكواكب

.حلقة احد أقمار المشتري

بلازما طبيعية أرضية:تمثل البلازما الأرضية بنسبة اقل من بلازما كونية لأنها تحدث على مستوى كوكب الأرض مثل (البرق ،طبقة الغلاف الجوي المتاين ،الشفق القطبي)[9]

I-1-5- الخصائص العامة للبلازما

-البلازما على الأغلب تكون غير متجانسة (خصوصا فيما يتعلق ب : درجة الحرارة, التركيز المجال المغناطيسي).

-البلازما غالبا تكون متابينة الخواص أي أن خواصها تعتمد على الاتجاه.

-البلازما مبددة أي أن الطاقة المكانيكية أو الكهرومغناطيسية ممكن أن تتحول الى حرارة.

-البلازما موصلة للكهربائية حيث يظهر حث فاراداي عندي تحرك البلازما.

-البلازما لزجة أي أن الطاقة المكانيكية تتبدد إلى الحرارة وتظهر طباقات بين اطراف البلازما.

-البلازما موصلة للحرارة بحيث يمكن نقل الحرارة من خلال البلازما إلى الجسم أخر.

-البلازما ذات نفادية مغناطيسية ضعيفة لذالك البلازما تعمل على أضعاف المجال المغناطيسي.

I-1-6 - بعض خصائص البلازما

التوصيل الكهربائي : البلازما غاز عالي التأين يضم عدد هائلا من الجسيمات المشحونة المتحركة بحرية داخلها فإنها تعد موصلا جيدا للكهرباء.تتبادل هده الجسيمات المشحونة التأثير مع الحقل الكهرومغناطيسي الموضعي كما إن الحركة المنظمة لها تحدث تيارات كهربائية وتغيرات لكثافة الشحنة تؤدي إلى نشوء حقول كهرومغناطيسية[8].

التعادل الكهربائي :إحدى الصفات المهمة في البلازما هي نزعتها لتبقى متعادلة كهربائيا,أي ميلها إلى توازن الشحنة الفراغية السالبة مع الشحنة الفرعية الموجبة في كل جزء من الحم العيني . وأن أي اختلاف بسيط في كثافة الشحنة الفراغية يسبب نشوء قوى كهروستاتيكية قوية تؤثر في اتجاه إعادة التعادل ,من جهة أخرى إذا تعرضت البلازما إلى حقل كهربائي خارجي فان كثافة الشحنات الفراغية ستنظم نفسها بحيث يحجب الجزء الأعظم من البلازما من تأثيرات هدا الحقل **[9]** .

I-1-7 -قوانين التوازن الترموديناميكي

-قانون بلانك (الجسم الأسود)

يعبر قانون بلانك عن كمية الطاقة، التي تشع في وحدة الزمن ولكل وحدة مساحة من الجسم الأسود في

درجة حرارة T في إتجاه معين.

هذه الكمية تتوافق مع الإنارة الطيفية التي تعتمد على درجة الحرارة T والطول الموجي $\boldsymbol{\lambda}$.

عبر بلانك عن الإشعاع الطيفي الصادر عن الجسم الأسود عند درجة الحرارة T بالقانون التالي [10][11]:

$$I_{\nu} = \frac{8h\nu^3}{C^2}\left(\exp\left(\frac{h\nu}{K_B T} - 1\right)\right)^{-1} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

-توزيع ماكسويل بولتزمان

يصف توزيع الطاقة الحركية للجزيئات خلال تصادم مرن ب وسط متجانس وساكن.هذا القانون يمثل توزيع السرعة للجسيمات في

وسط بلازما

$$\mathcal{F}(\nu)d(\nu) = 4\pi\nu^2\left(\frac{m_e}{2\pi T}\right)^{3/2}\exp\left(-\frac{m_e\nu^2}{2K_B T}\right) \dots\dots\dots.. (2)$$

حيث:

K_B :ثابت بولتزمان.

m_e: كتلة الإلكترون.

T : درجة حرارة بالكلفن .

-قانون ساها

-يسمح بتحديد درجة التأين في التوازن الترموديناميكي[12].

-يصف نسبة السكان لواحد مول لذرة في وسط التوازن الحراري.[10]

$$\frac{N_e N_i}{N_0} = \frac{g_e g_i}{g_0}\left(\frac{2\pi m_e K_B T}{h^2}\right) \exp\left(-\frac{E_i}{K_B T}\right) \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث: m_e: كتلة الإلكترون .

K_B: ثابت بولتزمان.

h : ثابت بلانك .

E_i: تمثل طاقة التأين

g :هي الأوزان الإحصائية منها للإلكترونات و الأيونات و الذرات المحايدة على الترتيب.

-قانون بولتزمان

توزيع بولتزمان يعطي نسبة التوزيع السكاني للالكترونات عبر مختلف مستويات الطاقة i وjلنفس الايون [13] ويعطى ب:

$$\frac{N_i}{N_0} = \frac{g_i}{g_0} \exp\left[-\frac{E_i - E_0}{K_B T}\right] \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

حيث:

N_0 : كثافة الذرة في الحالة الأساسية ذات طاقة E_o.

N_i : كثافة الذرة في الحالة المثارة ذات طاقة E_i.

g_0وg_i: تمثل درجة التوالد[14]

I-1-8- أهم المقادير في فيزياء البلازما

-طول ديباي

هو عبارة عن ظاهرة الحجب والمقصود به حجب شحنة من البلازما بواسطة سحابة من الشحنات المعاكسة ومن هده الظاهرة استنتج طول ديباي الذي يعتبر احد أهم الخصائص البلازما[15]. ويمكن فهم هذه المسافة بتصوير شحنة موجبة تحيط بها الكترونات تخضع لقوتين متعاكستين :قوة التجاذب الكولوني التي تؤثر بها الشحنة الموجبة، وقوة أخر سببها التهيج الحراري ويضمن التوازن بين هاتين القوتين عدم الاتحاد بين هاتين القوتين عدم الاتحاد بين الشحنات الموجبة والسالبة في البلازما [6]حيت يشير طول دوباي الى المسافة التي يتم عندها الحجب الكولوني لأي شحنة كهربائية في البلازما [16] وهو الطول الحرج للتفاعل المتبادل الكلي ويحدد بـ :

$$\lambda_D = \left(\frac{KT}{4\pi e^2 n_e}\right) = 6.9\sqrt{\frac{T}{n_e}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

حيث: n_e الكثافة الالكترونية

-طول لاندو

الطول الحرج للتفاعل الثنائي،وهو طول المميز الذي تتساوى عنده الطاقة الحركية والكامنة في اصطدام إلكترون -أيون، r_e ويحدد بـ:[17]

$$KT = \frac{e^2}{r_0} \Longrightarrow r_0 = \frac{e^2}{KT} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

حيث:

K: ثابت بولتزمان

e: الشحنة الالكترونية

T :درجة الحرارة المطلقة

-طول موجة ديبروغلي الحرارية

يعطى هذا الطول تقديرا لطبيعة الموجة الكمية لجسيمات البلازما ويعرف بـ[17]

$$\wedge = \left(\frac{2\pi h^2}{mkT}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

حيث:

m:كتلة الجسيم

$\hbar = \frac{h}{2\pi}$:ثابت بلانك المختزل

-درجة تأين الغاز

تكون الغازات في حالاتها العادية عازلة كهربائيا ، وتصير موصلة إذا أخضعت لحقول كهربائية شديدة . تعطى درجة تأين الغاز بـ[17]

$$\beta = \frac{n}{n_0 + n} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث :

n_0:الكثافة العددية للجسيمات الحيادية للشحنة .

n :الكثافة العددية للالكترونات

-نصف قطر الكرة الالكترونية

وهو يميز البعد المتوسط بين الكترونيين ويستخرج من :

$$\frac{4}{3}\pi r_e^3 n_e = 1 \Rightarrow r_e = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi n_e}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

حيث :

n_e: الكثافة الالكترونية.

-نصف قطر الكرة الأيونية

وهو يميز البعد المتوسط بين ايونين [17]، وتعطى العبارة بالشكل التالي :

$$\frac{4}{3}\pi r_i^3 n_i = 1 \Rightarrow r_i = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi n_i}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

حيث :

n_i :الكثافة الايونية

-التردد الأيوني للبلازما

$$\omega_{pi} = \sqrt{\frac{4\pi (ze)^2 n_i}{m_i}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (11)$$

حيث: Ze شحنة الايون.

n_i :الكثافة الأيونية.

m_i :كتلة الايون.

-التردد الالكتروني للبلازما

$$\omega_{Pi} = \sqrt{\frac{4\pi e^2 n_e}{m_e}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (12)$$

حيث : Ze شحنة الايون

n_e :الكثافة الالكترون

m_e :كتلة الإلكترون

-معامل التزاوج

لمعرفة التزاوج بين جسيمات البلازما في الجملة ، فإننا ننظر إلى معامل التزاوج ،وهو يمثل النسبة بين الطاقة الكامنة المتوسطة والطاقة الحركية المتوسطة للجسيمات :

$$\Gamma = \frac{\text{الطاقة الكامنة المتوسطة للجسيم لتفاعله مع جسيم مجاور}}{\text{الطاقة الحركية المتوسطة له}}$$

بالنسبة للالكترونات لدينا : $\Gamma_{ee} = \frac{e^2}{kTr_e}$

وللايونات: $\Gamma_{ii} = \frac{(Ze)}{kTr_i}$

وبين الالكترونات والبروتونات: $\Gamma_{ei} = \frac{(Ze)^2}{kTr_{ei}}$

حيث: $r_{ei} = \frac{r_e + r_i}{2}$

K: ثابت بولتزمان

T:درجة الحرارة المطلقة

I-1-9- معاملات البلازما

-درجة الحرارة :في البلازما غالبا ما نتحدث عن درجة حرارة الالكترونات Te حيث إن:

$(E)=(2/3)KT$

لكون (T) و(E) مرتبطين مباشرة لذا يمكن التعبير عن درجة الحرارة بالإلكترون لوسط

حيث : $1ev=11600k$

I-2الأطياف

I-2-1تعريف الأطياف : هي مجموعة الأطوال الموجية المنبعثة من احد العناصر الكيميائية بعد إثارته بارتفاع درجة الحرارة التوهج استطاع بوهر عام 1913من وضع لذرة الهيدروجين والتي بموجبها فسر الطيف المنبعث من الذرة ويختلف الطيف باختلاف المصدر والوسط الذي ينشر فيه الشعاع [18]

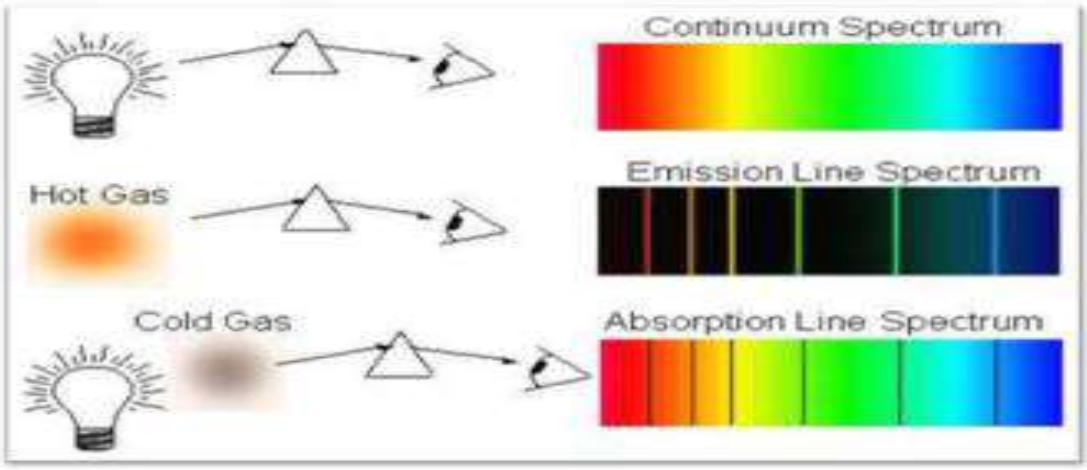
I-2-2 أنواع الأطياف

طيف الإصدار : عندما تمتص العناصر كمية كافية من الطاقة تعطي طيف يسمى طيف الانبعاث . لو سخن عنصرا ما باللهب أو بوسطة قوس كهربائي فان الطاقة التي يمتصها هذا العنصر تؤدي الى تهيج ذراته بمعنى ان هذه الطاقة التي سلطت على ذرات العناصر أدت الى اختلاف مواضع الالكترونات في تلك الذرات [19-20] أي انتقال من مستوي منخفظ الى مستوي أعلى منه. وهناك نوعان من طيف الإصدار هما:

-**الطيف المستمر:** هو طيف يحتوي على كل الترددات الممكنة بشكل متصل وينتج عن الأجسام الصلبة المتوهجة

- **الطيف المتقطع :** هو طيف يحتوي على تردت معين أو ترددات معينة تفصلها مناطق سوداء . وينتج عن الغازات و الأبخرة الملتهبة ويكون مميز لمادة العنصر المشع لأنه يعتمد على التركيب الذري لكل عنصر [21] يظهر على شكل حقل مظلم به خطوط مضيئة متباعدة [22]

طيف الامتصاص: هو الطيف الناتج عن امتصاص الأطوال الموجية أو الترددات المميزة لعنصر عند مرور الضوء الأبيض خلال ذرات هذا العنصر وفي درجة حرارة عالية [21] وينتج عن انتقال الذرات المثارة من مستوي طاقة اقل الى مستوي أعلى منه يظهر عادة على شكل طيف مستمر [22]



الشكل (I-2)الرسم يوضح أنواع الطيف

I-2-3-الطرق المستعملة لتحليل الأطياف

I-2-3-1-شدة الخطوط الطيفية

– شدة **الخطوط الطيفية الذرية** :لا تتميز الخطوط الطيفية بطولها الموجي فقط وبل تتميز أيضا بشدتها. وشدة الخط الطيفي الموافقة للانتقال من المستوى الأولي إلى المستوى النهائي، تعطى بالقانون التالي:

$$N_i A_{if} h\nu_{if} = N_i A_{if} \quad \text{.....(13)}$$

$$N_i = \frac{Ng_i}{B(T)} exp\left(\frac{-E_i}{k_B T}\right)$$

حيث:

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

v_{if}:نبض هذا (تردد).

N_i:عدد الذرات المثارة في وحدة الحجم .

h: ثابت بلانك.

$B(T)$: دالة التوزيع.

I_{if}: الشدة ويعبر عنها ب w/m.

– شدة الخطوط الطيفية الجزيئية :ليكن الانتقال من حالة تتميز بإعداد الكم (n', v', j') إلى حالة تتميز بإعداد الكم (n'', v'', j'')، إن شدة الخطوط الطيفية المنبعثة خلال هذه المرحلة الانتقالية هي الطاقة المنبعثة في وحدة الزمن (4π) استراديانو و تعطى المعادلة بـــ:

$$I^{n',v',j'}_{n'',v'',j''} = h v^{n',v',j'}_{n,v'',j''} A^{n',v',j'}_{n,v'',j''} N(n', v', j')$$

حيث:

h:ثابت بلانك.

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

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

$v^{n',v',j'}_{n,v'',j''}$: العدد الموجي للانتقال بـ(w/m^{-1})

$I^{n',v',j'}_{n'',v'',j''}$: الشدة ويعبر عنها بـ$(w/m^3)$.

I-2-3-2-تحديد درجة حرارة الإلكترون

هناك عدة طرق لتحديد درجة حرارة الإلكترون ونذكر منها :

-نسبة الشدة بين الخطين

-الرسم التخطيطي لبولتزمان .

1-نسبة الشدة بين الخطين:تتم هذه الطريقة بحساب النسبة بين شدة انتقالين طيفيين في حالة توازي (توازن ترموديناميكي محلي) وعند درجة حرارة معينة.

وفقا للمعادلة (13) يمكننا أن نستنتج درجة الحرارة التي تنبعث من الجزيء المرسل. نستخدم نسبة شدة بين الخطين (1)و(2) من نفس النوع.

$$\frac{I_{ij}}{I_{kl}} = \frac{g_i . A_{ij} . \lambda_{kl}}{g_k . A_{kl} . \lambda_{ij}} exp\left(\frac{E_k - E_i}{kT}\right) \dots\dots (14)$$

$$KT(ev) = \left(\frac{(E_k - E_i)}{ln\left(\frac{l_{ij} . g_k . A_{kl} . \lambda_{ij}}{I_{kj} . g_i . A_{ij} . \lambda_{kl}}\right)}\right)$$

2- طريقة الرسم التخطيطي لبولتزمان

يتم تقدير درجة حرارة الإثارة (T_{exc}) من قياس شدة الخط الطيفي للانبعاث الضوئي (I_{if}) المتعلقة بالانتقال من المستوي i إلى المستوي f. بافتراض أن التوزيع السكاني للالكترونات بالمستويات الذرية يحقق توزيع بولتزمان ، وتعطى شدة الخطوط الطيفية ب:

$$I_{if} = \frac{hhcng_i A_{if}}{\lambda B(T_{exc})} exp\left(-\frac{E_i}{T_{exc}}\right)$$

حيث:

hh:ثابت بلانك .

C: سرعة الضوء في الفراغ .

$B(T_{exc})$:هي دالة التوزيع.

A_{if}: هو الطول الموجي الموافق للانتقال[23]

-كيف يتم استنتاج درجة الحرارة ؟

-حيث بعد الحصول على معادلة خط مستقيم يمكننا استنتاج درجة انطلاقا من حساب الميل .

الفصل الثاني :

عموميات حول الليزر

II –الليزر

II –1–اكتشاف أشعة الليزر

الليزر يعني "تضخيم الضوء بواسطة إثارة موجاته الإشعاعية"[24،9]. وكان "أينشتين" أول من تنبأ في عام 1916م بأن الإلكترونات تستطيع أن تطلق نوعاً خاصاً من الضوء، ولكن ذلك لم يحدث إلا في شهر يوليه من عام 1960م، عندما نجح العالم "تيودور ميمان" ، المهندس بمختبرات شركة "هيوز" للبحوث بالولايات المتحدة الأمريكية، في توليد شعاع ضوئي قوي نفاذ من ياقوتة حمراء تغطى الفضة طرفيها، ويسقط عليها ضوء غامر من مصباح أنبوبي زجاجي يحيط بها. فعندما سقط ضوء المصباح على الياقوتة أهاج ذراتها، وانبعث منها وميض انتشر إلى طرفيها ليصطدم بالفضة التي عكسته كالمرآة، فتردد ذهاباً وإياباً، فزادت قوته وتركيزه، وانطلق شعاع لامع من الضوء الأحمر من نوع غير معهود من قبل. وتذكر بعض المصادر، أن أول جهاز ليزر قد صمم ونفذ عام 1959 بواسطة عالم إيراني يعيش في الولايات المتحدة، وكان جهاز هليوم–نيون، أي أن المادة الفعالة هي خليط من غازي الهليوم والنيون في أنبوبة طولها 4 سم وقطرها 1 سم. وكان العالم الأمريكي "شاولو" قد سبق وأثبت إمكانية الحصول على أشعة الليزر بالحسابات النظرية.[20]

II–2–تعريف الليزر :

يعني تضخيم الضوء بانبعاث الإشعاع المحفز وهو عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك في تردد وتتطابق موجاتها بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول الى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية . بينما يشع المصدر الضوئي العادي موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها قوة الليزر.

II– 3–مكونات جهاز الليزر

جهاز الليزر عبارة عن مصدر للضوء، يعمل على تجميع الإشعاعات الضوئية، التي تتولد داخل الجهاز، وتركيزها، وتقويتها، على شكل حزمة ضوئية رفيعة جداً في اتجاه واحد مركز، وهي أشعة كهرومغناطيسية متجانسة ومتماسكة، وتستطيع قطع مسافات لا نهائية في خط مستقيم. وتتميز بأنها تزداد شدتها، ويقوي بعضها بعضاً عند الانطلاق [25].

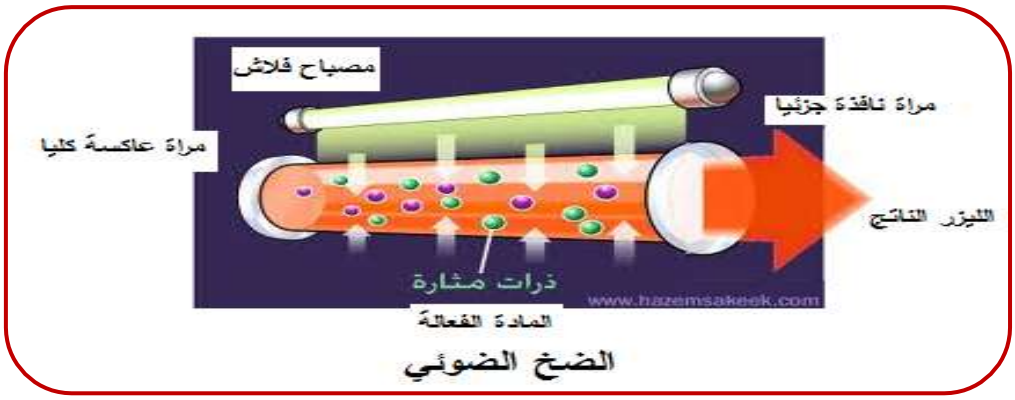
وعملية توليد أشعة الليزر تنتج عن تعريض المواد المختلفة لمصادر إثارة وتغذية خارجية. ويختلف الطول الموجي لأشعة الليزر الناتجة باختلاف المادة التي تنتجه، مع احتفاظها بطبيعتها الأساسية، وخصائصها العامة بوصفها موجة ضوئية، والخصائص العامة للموجات الكهرومغناطيسية. ويتكون جهاز الليزر من ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

– **الوسط الفعال:** وهي التي تنتج أشعة الليزر . وقد تكون في حالة صلبة مثل الياقوت الصناعي أو غازية مثل مادة النيوديوم Nudium أو سائلة مثل الهليوم أو النيون، أو ثاني أكسيد الكربون .[26]

–**المرنان (المرأتان):** وتقوم المرآتان بمساعدة الفوتونات المنبعثة لتنعكس ملايين المرات في الثانية ذهابا وإيابا , مارة في كل جولة بالوسط الفعال لتحفيز إعداد كبيرة من الذرات المتهيجة لي تنبعث فتوتات جديدة أخرى للحصول على حزمة الليزر. و تكون المرآتان مستويتان أو مقعرتان وموضوعتان على التوازي إحداهما عاكسة كليا و الأخرى نافذة جزئيا ، ويتم وضع المادة الفعالة بين هاتين المرآتين و يجب التأكد من تحقق شرط التوازي بشكل دقيق ، لان أي إخلال في هذا الشرط من طاقة أشعة الليزر.

الشكل (1–II) يوضح توضع المرأتان

الضخ: حيث تقوم الطاقة الضاخة بإثارة الذرات المستقرة في الوسط الفعال لتنتقل إلى المستويات المتهيجة لكي يتحقق التوزيع العكسي المناسب الذي يضمن توليد الليزر. وهناك ثلاثة تقنيات للضخ وهي(الضخ الضوئي ,الضخ الكهربائي , الضخ الكيميائي).



الشكل(2-II) مكونات ليزر الياقوت [26]

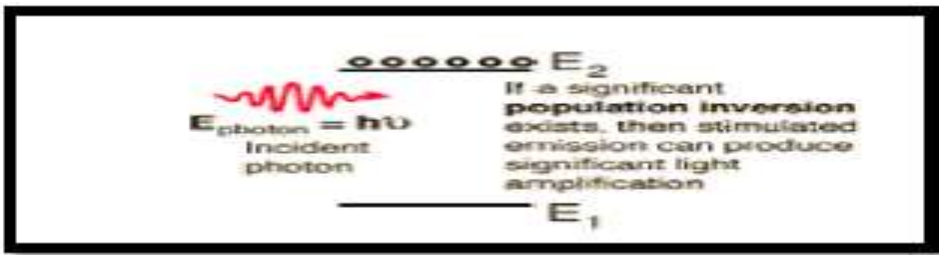
II- 4- شروط الانبعاث الليزر

-توفر الانبعاث الاستحثاثي:في الظروف العادية تكون غالبية الذرات في مستوى الطاقة الأقل ،وعدد قليل منها يكون في المستويات العليا. الذرات التي تكون في حالة تهيج تنبعث فتونات تلقائيا، ولتخلص من حالة التهيج والنزول إلى مستويات طاقة اقل تكون هذه العملية عشوائية الحدوث، والفتونات المنبعثة لا تكون مترابطة مع بعضها البعض (أي لا تكون بنفس الطور)[20]

الشكل (3-II) انتقال الإلكترون من E_2 إلى E_1 [27]

الشكل (4-II) انتقال الإلكترون من E_2 الى E_1 [25]

-التعداد المعكوس: يتطلب انبعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أي زيادة تعددها 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 وهو ما سميناه بالتعداد المعكوس .[20]



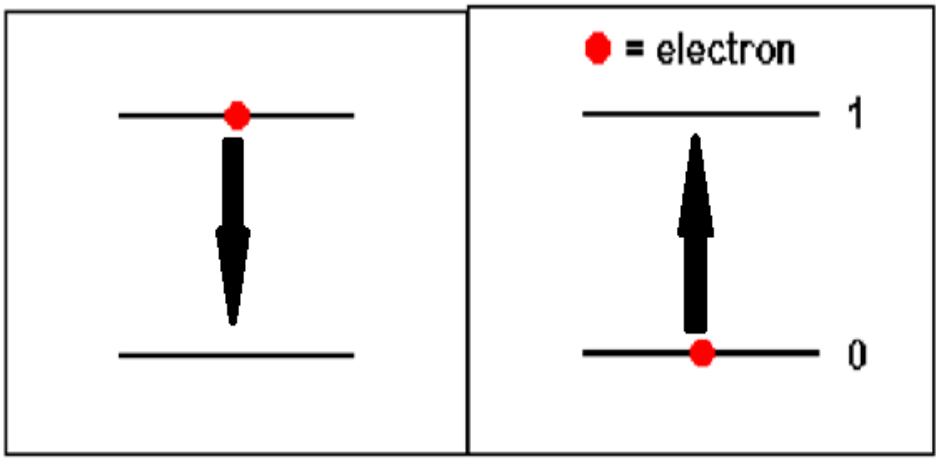
الشكل (5-III):التعداد المعكوس [28]

-التكبير الضوئي :يجب إن يضخ الوسط المادي من مصدر طاقة بحث الذرات و الجزيئات على التهيج، أي الارتفاع إلى مستوى طاقة اعلي لتتواجد فيه عادة تحت الظروف الطبيعية، وتكون مايسمى بالتعداد المعكوس ، والذي فيه تكون غالبية ذرات و جزيئات المادة في مستويات الطاقة العليا بدلا من المستويات المنخفضة ،و بعدها ينبعث الشعاع الليزري بواسطة الانبعاث المحث وعمليات التكبير الضوئي.

II- 5- خصائص أشعة الليزر

لشعاع الليزر خصائص عديدة تميزه عن باقي مصادر الإشعاع الكهرو مغناطيسي وهي :

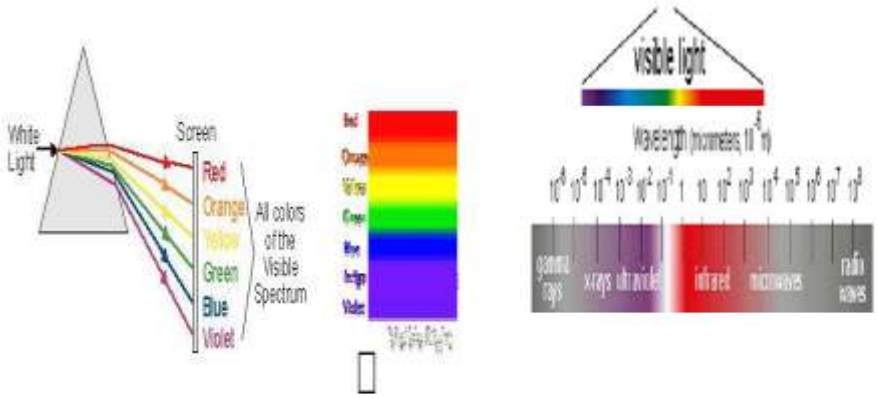
-شدة الضوء: شدة الضوء عالية ومركزة في حزمة ذات قطر ضيق لا يتجاوز الواحد مليمتر,وعند استخدام البصريات الملائمة يمكن تعريضها وفق الحاجة, بالإضافة إلى إننا نستطيع تركيزها في بقعة صغيرة تملك قدرة كافية power density [28]



الانبعاث التلقائي **الانبعاث الاستحثاثي**

الشكل (II-6)عملية الانبعاث التلقائي والانبعاث الاستحثاثي

أحادية اللون: وتعني أن له عرض طيفي ضيق ينتج عنه تردد منفرد نقي وهذه الصفة الموجبة كانت تتميز بها أشعة الراديو دون سواها.[27]



الشكل (II-7) يوضح الأطوال الموجية عند تحليل الضوء باستخدام المنشور [27]

-الترابط :ويجب أن يكون بين موجات الحزمة عالي جدا ومتوازن وهذا يساعد الموجات الضوئية أو الفوتونات في تقوية بعضها البعض لتعطي طاقة وقدرة عالية للحزمة , ويكون هذا الترابط إما بناء وفرق الطور بين الموجات يساوي الصفر أو هدام وفرق الطور بين الموجات يختلف عن الصفر [27].

- توازي الحزمة الضوئية أو الاتجاهية :

الضوء الصادر عن الليزر له اتجاه واحد بجيود مهمل.[27]

II- 6- أنواع الليزر

هناك أنواع مختلفة من أشعة الليزر، تختلف في طولها الموجي، وبالتالي في بعض خواصها. وأهم أنواع الليزر المعروفة حتى الآن هي:

-ليزر المواد الصلبة : هو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة أو خليط من المواد الصلبة ، و من أشهرها ليزر الياقوت وليزر النديميوم الزجاجي النديميوم ياك وكدالك ليزرات أشباه الموصلات مثل ليزر فوسفايد الكاليوم وتتميز هذه الليزرات عادة بقدرة خرج عالية وتكون أطوالها الموجية في منطقة تحت الحمراء.[25]

-الليزر الغازي: وهو يعتمد على مادة غازية مثل النيون والهليوم و غاز ثاني أكسيد الكربون ويمكن تشغيلها بنمط نبضي ونمط مستمر أو يتراوح مدى طول الموجة لهذه الليزرات الغازية بين الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي الأشعة تحت الحمراء ، وأشهرها ليزر الهليوم –نيون ، ليزر ثاني أكسيد الكربون، ليزر أيونات الأرقون.[20]

-الليزر السائل: يتكون الوسط الفعال عادة من جزيئات أصباغ عضوية مذابة عضوية، كصبغة الرودامين مذابة في محلول كحولي وينتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر عنه، يتم الحصول على ليزر الصبغة في منطقة تحت الحمراء ،ومن أشهرها ليزر أبخرة المعادن ، ليزرات كيميائية ،ليزرات الإلكترونات الحرة.[26]

II- 7-تصنيفات الليزر

الصنف الأول : هذا يعني أن الشعاع الليزر وطاقته منخفضة ولا يشكل درجة من الخطورة.

الصنف الثاني : هذا التصنيف يشير إلى أن الليزر يضر العين إذا نظرنا في اتجاه الشعاع ,ويستخدم في السوبر ماركت كماسح ضوئي ,وتبلغ طاقة الليزر الذي يندرج تحت هذا التصنيف 4mw.

الصنف الثالث:هذا يشير إلى ليزر ضوئي مرئي وطاقته لا تتعدى 1mw.

الصنف الثالث:طاقة هذا الليزر من المتوسط.

الصنف الرابع: وهي أنواع الليزرات ذات الطاقة العالية ,وتصل إلى 500mw للشعاع المتصل بينما ليزر النبضات فتقدر طاقتها 10j/cm وتشكل خطورتها على العين وعلى الجلد واستخدام هذا الليزر يتطلب من التجهيزات وإجراء الوقاية.

التصنيف الخامس: هو ذات طاقة عالية جدا وتستخدم في الإغراض الصناعية ولاشتغل المنظومة إلا عند توفر كافة شروط السلامة ومن المؤكد إن الأضرار التي يسببها هذا الصنف من الليزرات تكون بليغة.

II- 8-مجالات استخدام الليزر

مجال الصناعة : ويستخدم في هذا المجال الليزر النبضي الذي يوفر حزما ذات طاقة عالية ويستخدم في نطاق واسع [27]

-يستخدم في قطع المعادن الصلبة.

-وفي لحام المعادن

مجال الطب: تعددت استخدامات الليزر في مجال الطب واتسعت[27]

فاستخدمت في طب العيون وطب الأسنان وإزالة الأورام السرطانية.

لمجال العسكري:يستخدم الليزر كذلك في الرادارات العسكرية لتحديد الهدف.

مجال البحث العلمي : تعتبر أشعة الليزر آلة فريدة في مجال البحث العلمي ولها دور كبير في فتح حقول جديدة وتوسيعها في مختلف العلوم، كدراسة سلوك تفاعل أشعة الليزر مع المواد الصلبة ،كما يمكن استخدام الليزر مصدرا طيفيا عالي النقاوة لدراسة طيف امتصاص المواد وبتطبيق هذه التقنية يمكن إثارة بعض الجزيئات وفصلها عن مركباتها الكيميائية ومثال على ذلك استخدام الليزر في دراسة طيف ريمان الذي يعتمد على تشتت حزمة الليزر نتيجة لاصطدامها بجزيئات المادة ومن بين تطبيقاتها هو إحداث التسامي من اجل تحديد نسب تركيب المواد الصلبة.

II– 9–مميزات شعاع الليزر

-الحزمة الضوئية لشعاع الليزر لاتملك كتلة .نظرا لأن كتلة الفوتونات المكونة لهذا الشعاع الليزري تساوي صفرا.

-يمكن أن تكون الحزمة الضوئية مستمرة التدفق ,أو نبضة ,وتتخذ هذه النبضات أشكالا متعددة ومعدلات إعادة مختلفة,تبدأ من نبضة في الثانية الواحدة أو أجزائها إلي ملايين النبضات في الثانية

-سهولة السيطرة على الحزمة الليزر خصوصا ذات الترددات الضوئية المرئية للعين المجردة

-سهولة إدارة وإدامة الليزر إذا ما قورنت بالإشعاعات الذرية والنووية الأخرى.[27]

II –10–عيوب استخدام الليزر

- حزمة خطرة وخصوصا عند تعرضها لحاسة البصر .

- تحتاج إلي قدرة عالية للتشغيل, وحيث أن طرق البحث يمكن أن تأخذ أشكالا متنوعة ,وهي في مجملها تحول الطاقات المختلفة إلي طاقة ضوئية .

- تحتاج الى دقة متناهية في تطابق المستويات البصرية لبدء الانبعاث الليزر.[26]

II– 11–تطبيقات الليزر

إن تطبيقات الليزر في الوقت الحالي متعددة و تشمل مجالات مختلفة في العلوم والتكنولوجيا وتشمل كذلك علم الأحياء والالكترونات والفيزياء والكيمياء وقد استخدم كمصدر حراري في التطبيقات الصناعية و الطبية (يستخدم في العمليات الجراحية مثل جراحة القلب والمخ والأوعية الدموية والجراح العامة)في تثقيب المعادن وقطعها ولحامها وتستخدم أيضا في الاتصالات ...الخ كما يستخدم في تحليل المادة الصلبة وغيرها [26].

الفصل الثالث:

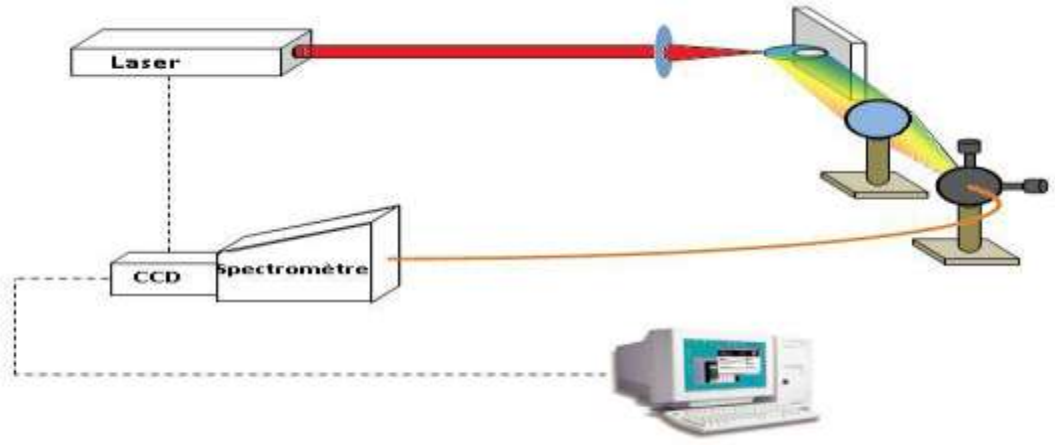
تشخيص البلازما الناتجة عن تسامي الفليورين

مقدمة :

في هذا الفصل سنهتم بدراسة الطيف التجريبي للفليورين والناتج تقنية (LIBS) والأطياف النظرية:(للهيدروجين ,الازوت ,الأكسجين , الفلور ,الكلسيوم , الكربون). يعرف الفليورين على انه معدن مكون من فلور والكالسيوم.قبل ذلك سنتطرق الى التجربة التي من خلالها تم تسجيل الطيف التجريبي.

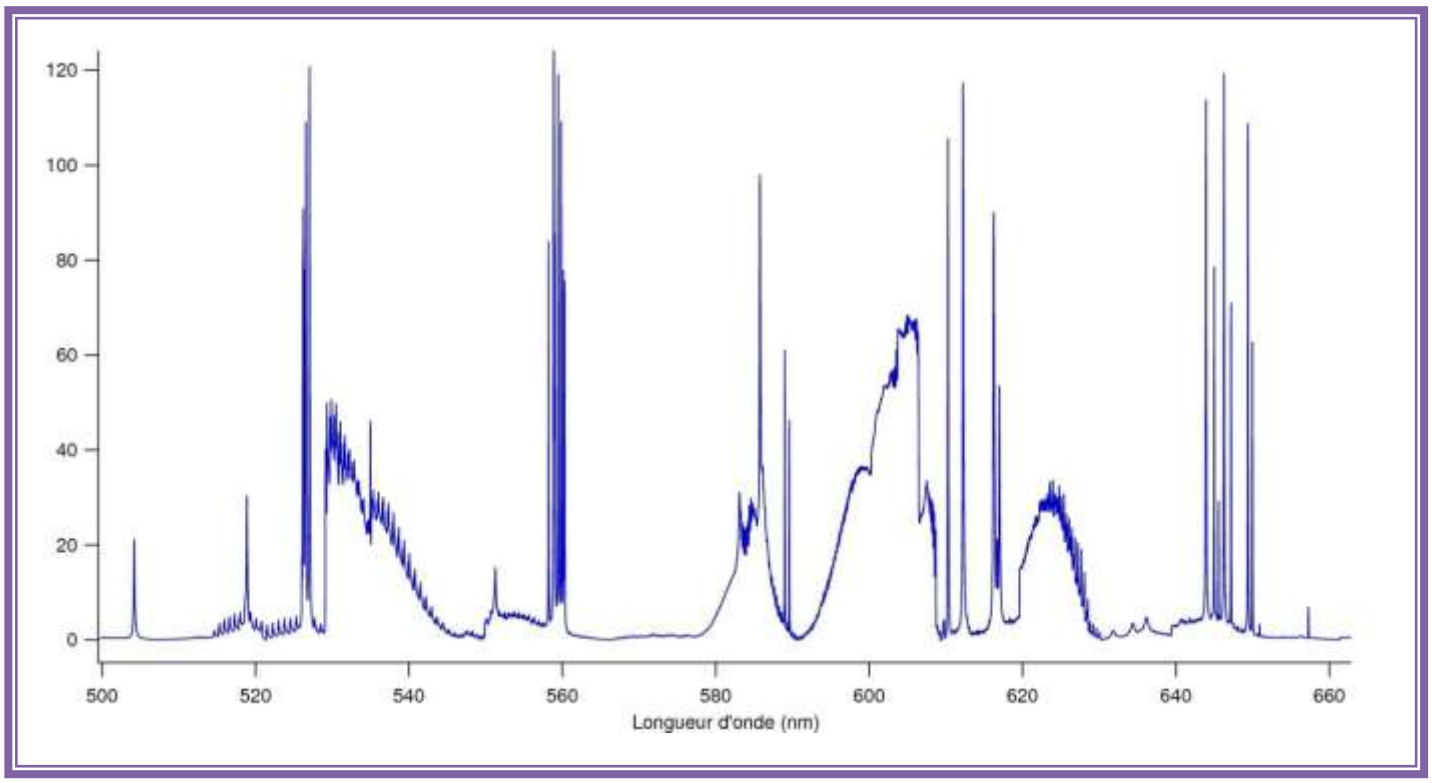
III-1التجربة

يتم ضخ الليزر بواسطة مصباح فلاش على تردد 20HZتنبعث منه حزمة ضوئية ذات طول موجي 1064نانو متر يتراوح زمنها من 5 الى20 نانوثانية ,ويعمل الليزر بنظام النبضات كل نبضة منبضات الليزر تحمل طاقة في حدود 10 إلى 100 ملي جول,حيث يمر شعاع الليزر عبر عدسة تقوم بتجميع طاقة الليزر على العينة وهده الطاقة كافية لانتزاع بعض جسيمات المادة ,وهده الجسيمات تكون متاينة وتكون مايعرف باسم سحابة البلازما(plasma plume),تتمدد سحابة البلازما المكونة من الغاز المتاين , وخلال فترة زمنية في حدود ميكرو ثانية تبدأ الذرات في الاسترخاء وتنتقل الى المدارات الأرضية , مطلقة فوتونات ضوئية تعرف باسم طيف الانبعاث (spectral emission) ,تسقط هده الفوتونات الضوئية على عدسات تجمعها وتركزها على نظام من الألياف البصرية (fiber optic),يقوم نظام الألياف البصرية بنقل الضوء الى المطياف ,حيث يعمل على تشتيت الضوء حسب طوله الموجي وتقوم كاميرا خاصة بتسجيل الطيف كما هو موضح في الشكل (III-1)[29]



الشكل(III-1) وصف تخطيطي لتقنية LIBS [29]

الطيف التجريبي المتحصل عليه موضح بالشكل(III-2)



الشكل(III-2): يمثل الطيف التجريبي للفليورين[29]

III-2-تحليل الطيف التجريبي

III-2-1رسم الأطياف الذرية النظرية

من اجل دراسة الأطياف التجريبية الناتجة عن تسامي بلازما الفليورين نحتاج لاعادة رسمها نظريا بواسطة برنامج عددي ، حيث نقوم بتحضير المعطيات الذرية للعناصر المحتمل وجودها في الوسط في المجال المرئي للطيف ونقوم بإدخال هذه البيانات في البرنامج العددي المتبع في هذه الدراسة.

III-2-2البرنامج العددي

تم إعداده بلغة الفور ترون ومبني على المعادلات التالية :

-توزيع ماكسويل بولتزمان .

-قانون بولتزمان .

-قانون صاها.

-قانون دالتون .

-التعريض الطبيعي .

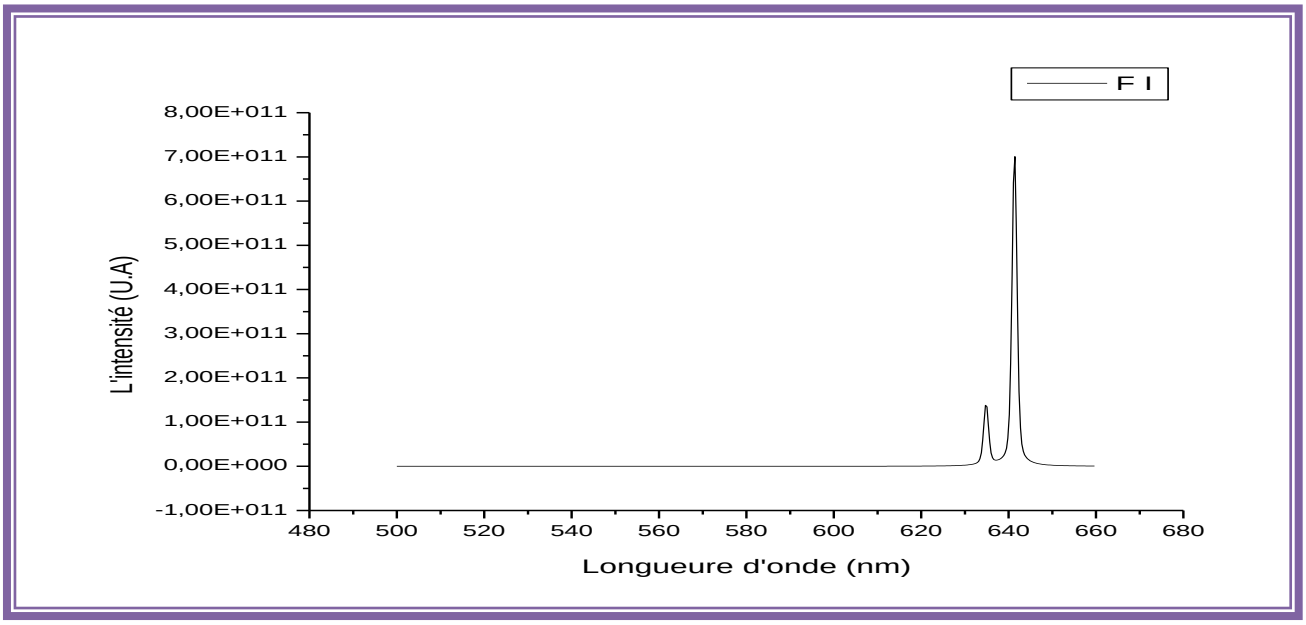
-تعريض التصادمات .

-التعريض التجريبي شكل غوص.

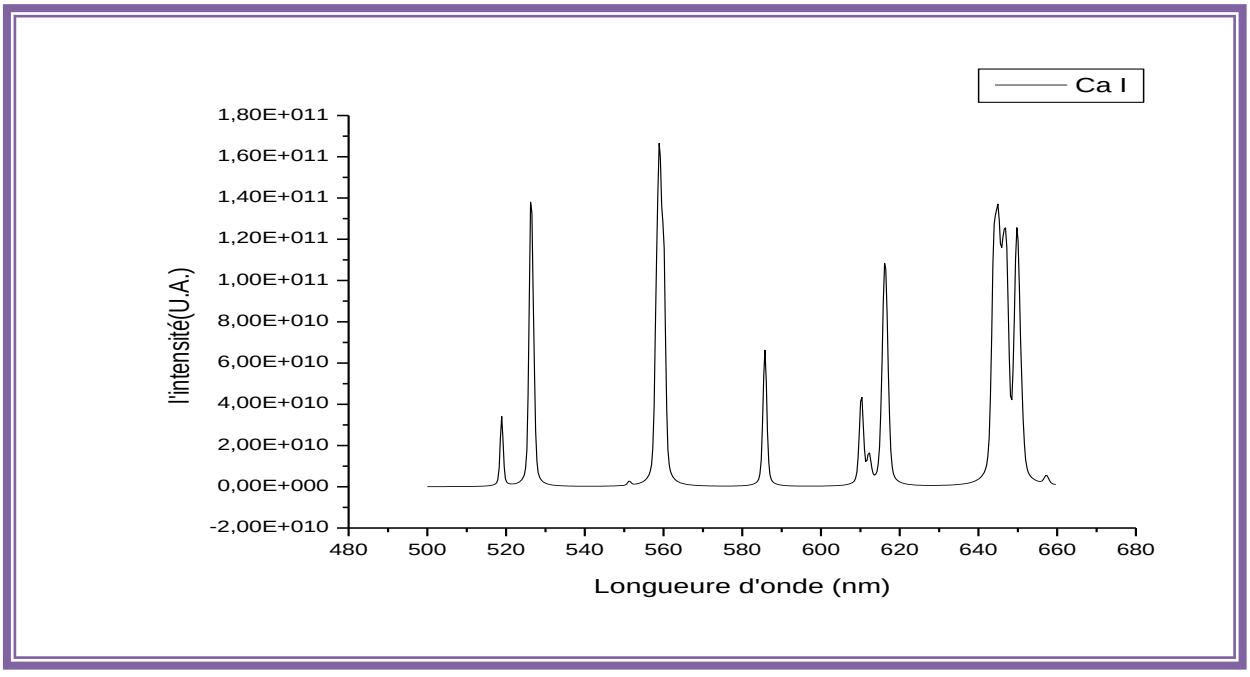
-التعريض التجريبي شكل لورنتز.

-قانون التعريض المركب.

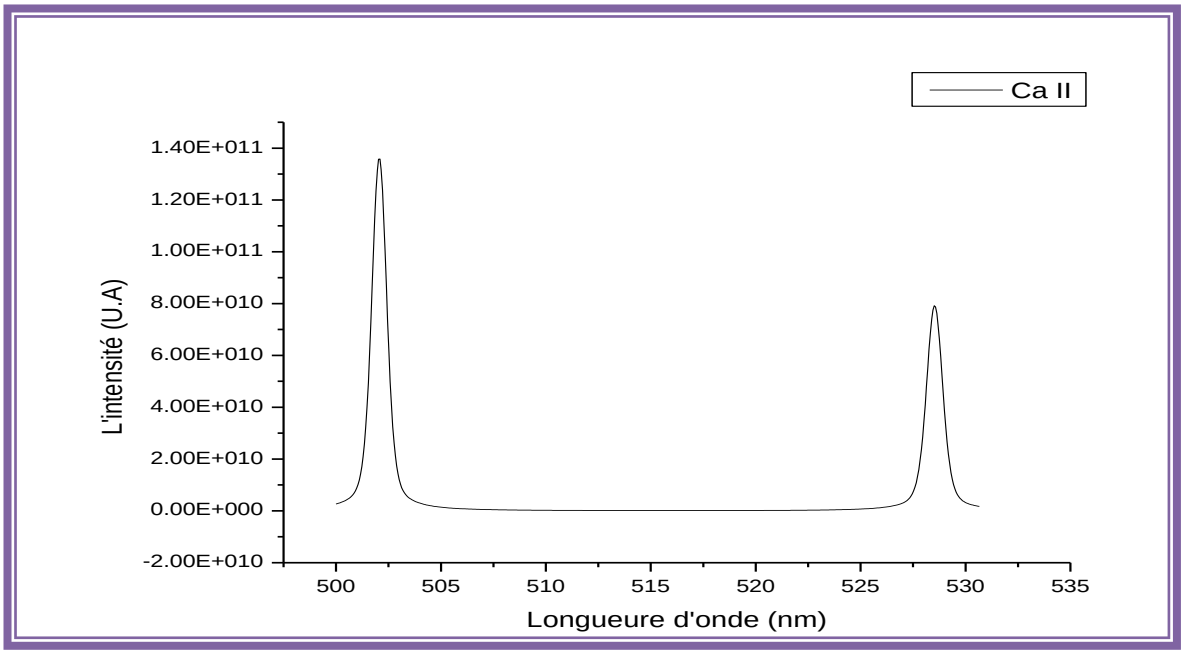
وبعدها نقوم برسم الأطياف الذرية للعناصر المحتمل تواجدها بالوسط بعد تسامي مادة الفليورين، وتم تحضي المعطيات بالاعتماد على قاعدة المعطيات الدولية للفيزياء الذرية .[31].



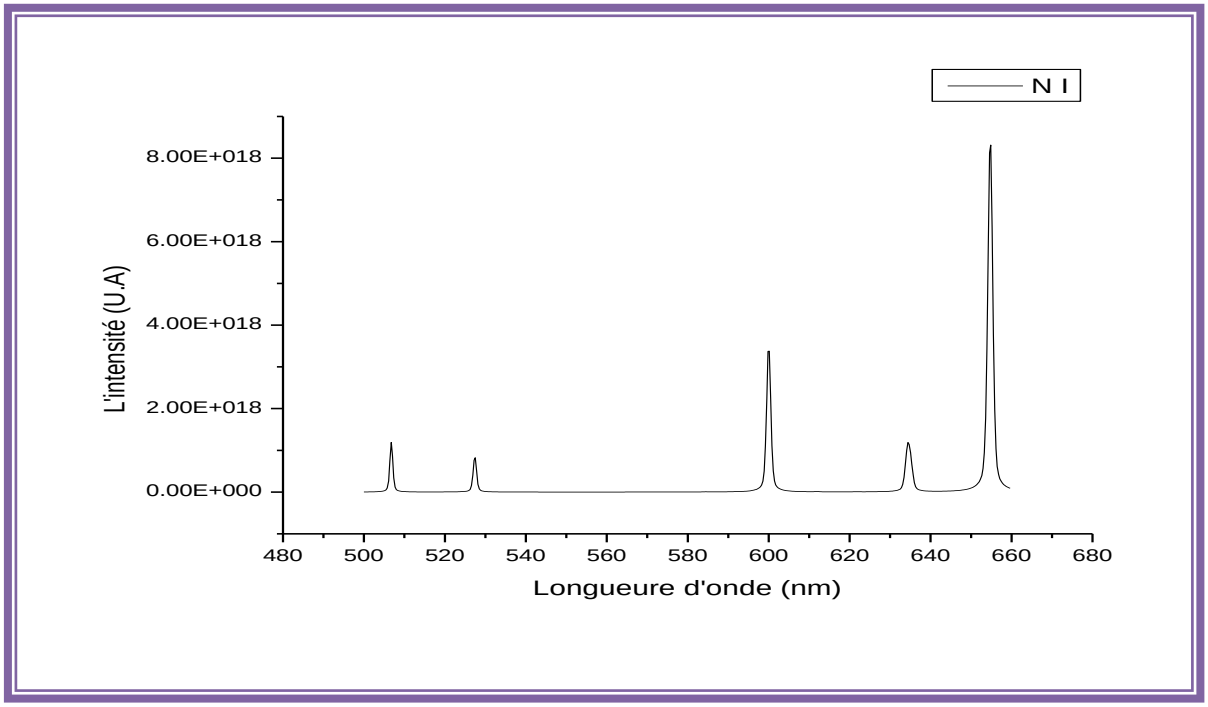
الشكل(III-4):يمثل الطيف النظري للفلور FI



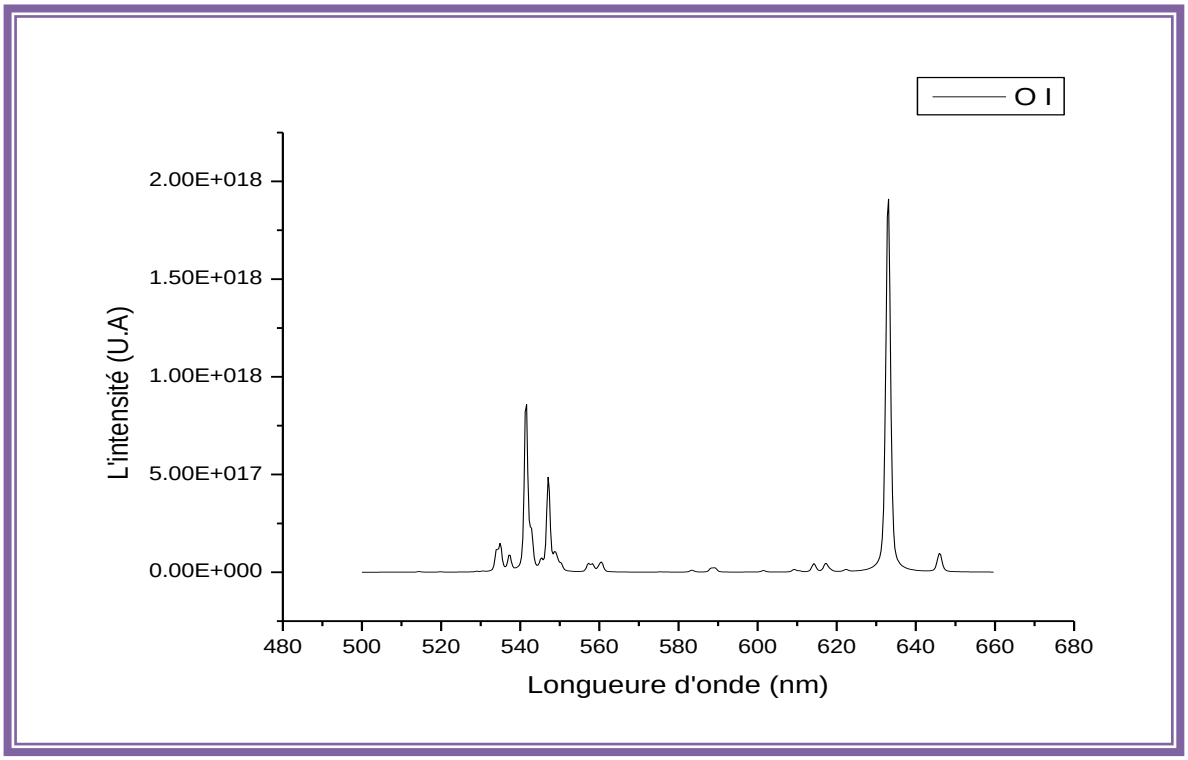
الشكل(III-5):يمثل الطيف النظري كلسيوم CaI



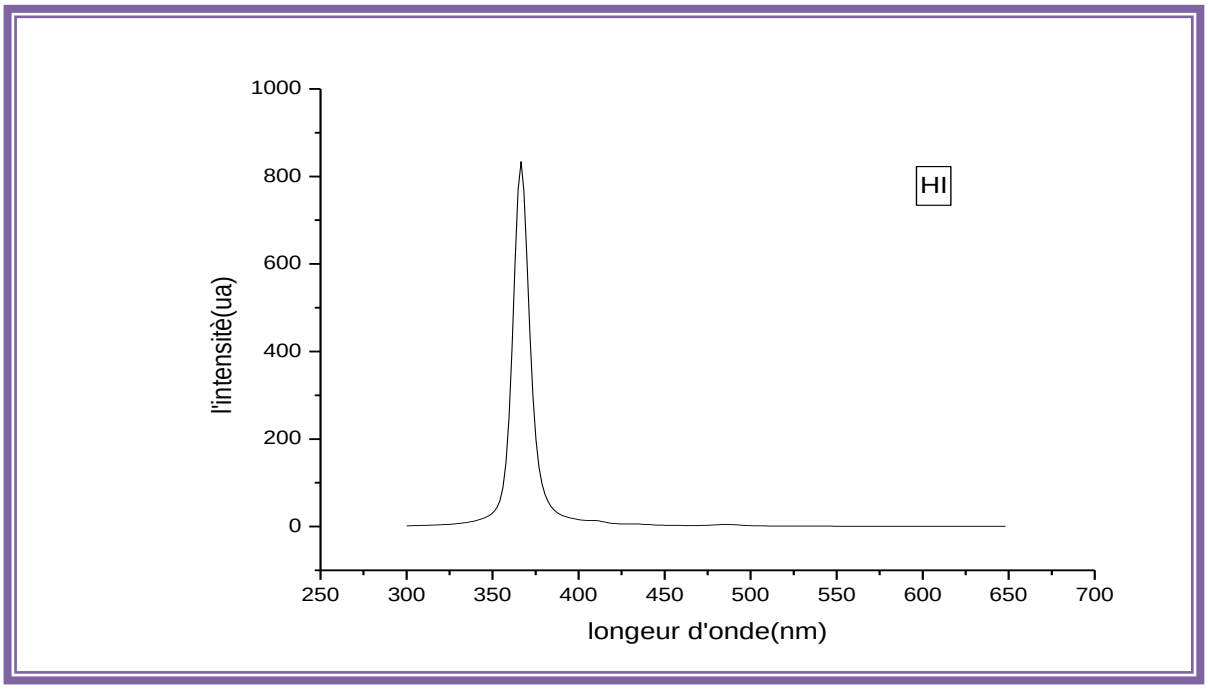
الشكل(III-6):يمثل الطيف النظري للكلسيومCaII



الشكل(III-7):يمثل الطيف النظري الازوت N I



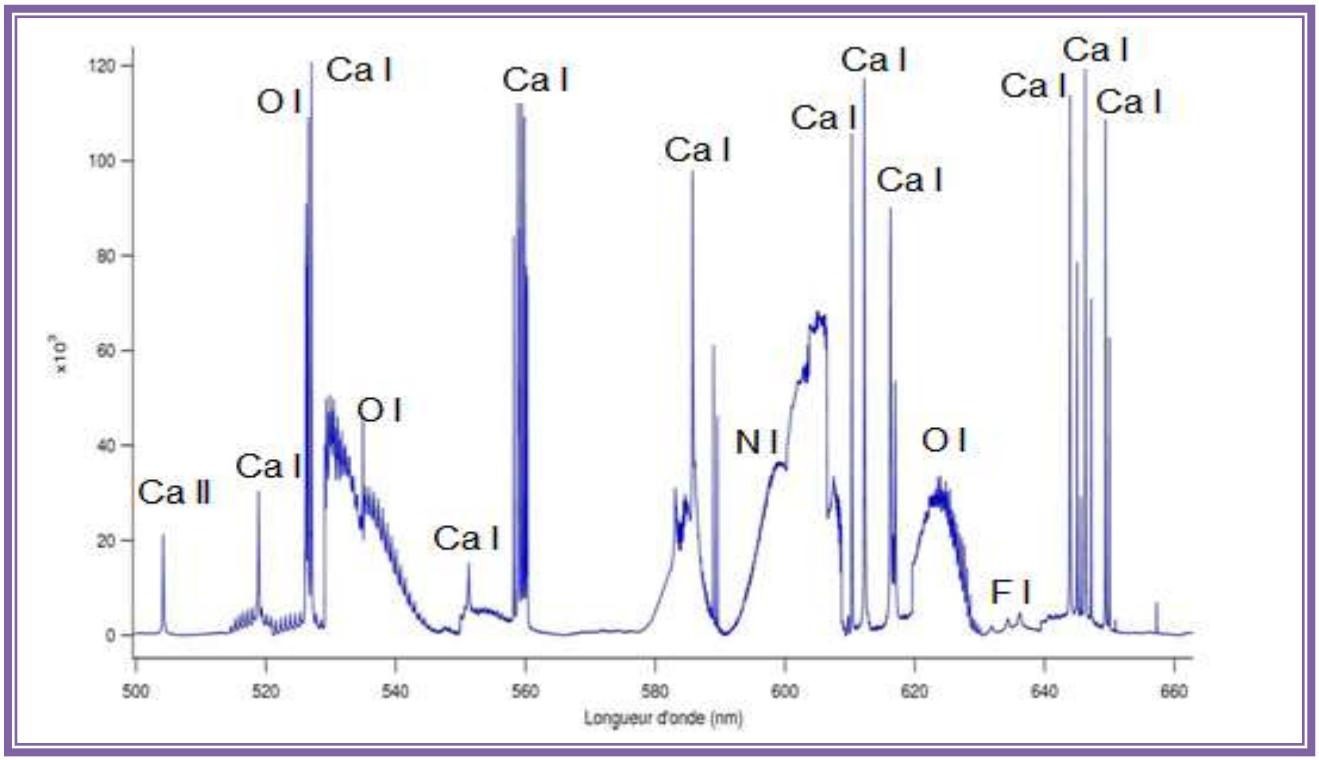
الشكل(III-8): يمثل الطيف النظري للأكسجين O I



الشكل (III-10): يمثل الطيف النظري للهيدروجين HI

III-2-3تحديد العناصر الكيميائية المسؤولة عن الإصدارات الطيفية:

بعد المقارنة بين الأطياف التجريبية والأطياف النظرية تم تحديد العناصر المدونة في الشكل التالي:



الشكل(III-11):تحديد بعض العناصر الكيميائية المشعة

ومن بين هذه العناصر نختار الأطياف المسجلة بالجدول رقم(**III-1**) حيث سنستخدمها في عملية التشخيص الرقمي للوسط.وتم أخد المعطيات الذرية لهذه الانتقالات من الموقع الالكتروني المعتمد niste.

III-2-4 حساب درجة الحرارة الوسط T

يتركز التحليل الطيفي الذي سنقوم بتطبيقيه على اختيار الأطياف المناسبة من اجل حساب درجة حرارة الوسط بتطبيق طريقة بولتزمان التي تعتمد حساب نسبة الشدة ما بين إنتقالين .

ولهذا تم اختيار الأطياف التالية من اجل تنفيد الدراسة:

الجدول (**III−1**): **المعطيات الذرية الخاصة بالانتقالات لكل من الفلور و الكالسيوم**

الرقم	العنصر	λ(nm)	I_{exp}(u.a)	$A_{ki}(s^{-1})$	g_k	g_i	E_K(ev)	E_i(ev)
01	Ca I	518.8	1.8	$4x10^{+7}$	5	3	5.32	2.93
02	Ca I		7.8	$4.9x10^{+7}$	7	7	4.73	2.52
03	F I	634.85	0.2	$1.8x10^{+7}$	4	4	14.68	12.73

من اجل حساب درجة حرارة T نقوم بحساب النسبة مابين الطيفين رقم1 و رقم2 حيث:

$$R=\frac{I_1}{I_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{g_1.A_1.\lambda_2}{g_2.A_2.\lambda_1}exp\left(\frac{E_2-E_1}{k_BT}\right)$$

ومنه:

$$K_BT=\frac{E_2-E_1}{\ln\left(\frac{Rg_2A_2\lambda_1}{g_1A_1\lambda_2}\right)}$$

ومن خلال تعويض معطيات الجدول السابق في العلاقة أعلاه نجد أن $_BT=1.927eV$ وهي تمثل درجة الحرارة الالكترونية للوسط الناتج عن تسامي مادة الفليورين.وتعتبر هذه القيمة متوافقة تماما مع تصنيف البلازما المخبرية الباردة و التي لها درجة حرارة الكترونية محصورة ما بين 1 و 5 الكترون فولط.

III−2−5المعايرة الرقمية و حساب النسب

يرتكز نموذج التحليل الطيفي الذي سنقوم بتطبيقه على الخطوات التالية:

1) حساب نسبة الشدة R_Tلكل من الكالسيوم و الفلور نظريا بافتراض أنّ لهما نفس التركيز(1مول لكلاهما).

2) نقوم بحساب نسبة الشدةR_Eمابين كل من الكالسيوم و الفلور تجريبيا انطلاقا من الأطياف التجريبية.

3) حتى نتمكن من المطابقة ما بين النسبتين $(R_E و R_T)$ يجب اضافة عاملين $x و y$ وهما يمثلان عدد المولات الفعلية بالوسط لكل من الكالسيوم والفلور على الترتيب.

4) نقوم بقسمة الشدة التجريبية للكالسيوم على x مول، والشدة التجريبية الفلور علىy مول وبالمطابقة نتحصل على العلاقة التالية:

$$R_E x = R_T y \qquad (1 - III)$$

وعليه انطلاقا من المعطيات الجدول (III-1)نختار الطيف رقم (1) لعنصر الكالسيوم(لأنه الأكثر احتمالا واستقرارا بالمقارنة مع الأطياف الأخرى) والطيف رقم (3) لعنصر الفلور لانه الوحيد الذي تم تمييزه.

وبفرض أن جميع الذرات التي تم حثها بالليزر في حالة مثارة، وانطلاقا من عبارة الشدة الطيفية ضمن البرنامج العددي نتحصل على الشدات النظرية التالية:

العنصر	$I_T(u.a)$
Ca	0.048
F	0.153

وذلك باخد دالة التوزيع لكل عنصر كالتالي:$B(T) = 2.g + 1$

ومن الأطياف المتحصل عليها تجريبيا نسجل الشّدات التجريبية التالية:

العنصر	$I_E(u.a)$
Ca	1.8
F	0.2

باستخدام النسبة ما بين الطيفين:

بحساب النسبة $(R_E و R_T)$ حيث:

$$R_T = \frac{I_{Ca}}{I_F} = 0.313$$

$$R_E = \frac{I_{Ca}}{I_F} = 9$$

وبالتعويض بالمعادلة$(1.III)$ نتحصل على:

$$9x = 0.313y \Rightarrow x = 28.75$$

وهذا يعني ان 96.63% من ذرات الكالسيوم متواجدة بالوسط و الباقي و الذي يشكل% 03.36 من ذرات الفلور.

كما أن هذا الأمر واضح جدا من خلال العناصر المشعة التي تم تحديدها حيث أن اغلبها يعود لعنصر الكالسيوم.

خاتمة عامة

في هذه المذكرة تمكنا من تحليل الأطياف الناتجة عن بلازما تسامي مادة الفليورين ،ولإتمام هذه الدراسة قمنا بعرض شامل حول المادة وحالاتها بما فيها الحالة الرابعة و المتمثلة في البلازما واهم خصائصها، كما قمنا بعرض أنواع الليزر و خصائصه وتعريف الأطياف الذرية وكذا التعريضات الممكنة .كما تم التعرف على تقنية LIBS والتي هي من احدث الطرق الطيفية.حيث ثم شرح وتوضيح التركيب التجريبي الذي من خلاله تم الحصول على الطيف التجريبي المتعلق بالفليورين .وتم التطرق كذلك للطريقة والنموذج المتبع من اجل تحديد العناصر المشعة الموجودة في الوسط حيث اعتمادا على البرنامج الرقمي تمكنا من حساب الأطياف النظرية والتي كانت في توافق جيد مع الأطياف التجريبية. كما تمكنا من حساب درجة الحرارة الالكترونية للوسط الناتج (1.92eV)و التي كانت قيمتها متوافقة مع تصنيفات البلازما المخبرية. وفي الأخير تم التوصل الى أن الوسط المتشكل يغلب عليه عنصر الكالسيوم بنسبة 96.63% وباقي النسبة 3.36% للفلور.

المراجع :

[1]وليد مصطفي صهيوني مقدمة في فيزياء البلازما , يونيو 2006 ,سلطة عمان

[2]علي إبراهيم مهدي العزاوي , الكهرومغناطيسي يونيو 2006,سلطنة عمان

[3]قريشي سليمة"مساهمة في دراسة توزيعات المشتقات الفضائية للحقول الكهربائية الموضعية في البلازما",رسالة-ماجستير , جامعة قاصدي مرباح ورقلة.

[4]يوسف مولود حسن – صالح مصطفي الاتروشي ،تقنيات الليزر واستخداماته ،كلية الهندسة جامعة دهوك.

[5]محمد أنور بطل ،الفيزياء الذرية والجزيئة.

[6] سهيلة عسكري, حساب دوال توزيع مشتقات الحقول الموضعية على طيف الهليوم , رسالة ماجستير, المركز الجامعي بالواد2011.

[7] محاضرات الاساذ الدكتور ابرهيم سعد الله في فيزياء البلازما السنة الأولى ماستر 2012-جامعة الواد.

[8] ريز -ميلفورد ترجمة يحي عبد الحميد الحاج علي ،رحمان رستم عبد الله ،اسياسيات النظرية الكهرومغناطيسية.

[9]اسمااعيل شيحي "حساب دوال توزيع الحقل الكهربائي الموضعي ومشتاقاتها داخل البلازما باستخدام المحاكاة العددية مونتي كارلو تطبيق على طيف الهليوم رسالة دكتوراه دولة,جامعة منتور 2005بقسنطينة.

[10]BOUDGHENE STAMBOULI ; ''Calcul du rayonnement tota émisArslane Parun plasmaNon homogéne'' ;Mémoire de magister ; Université Aboubakr BeLkaid de Tlemcen ;2006

[11] Michel Moisn et Jacques pelleter (2006) , Université de Montréal.

[12]M. CHHAM ''calcul de profils de raies spectrales dans des plasmasprodiuts

Par laser utilisant le code PPP'' Mémoire de Master Université de ouargla 2011

[13]Michel Moisan et jacques pelle Tier(2006) université de montréal.

[14] Azza Mohammed.etude de spectroscopie atomique et moleculaire dans un pulvérisateur

[15]A . Dinklage ,T.klinger,G.Marx,L.Schweikhard,plasma physics,springer,2005,Berlin

[16]مدكرة ماستر اكاديمي من اعداد محمودي منال :بعنوان –دراسة التعريض الإلكتروني في حالة القيم الصغيرة لوسيط الصدمة في البلازما .

[17] إسماعيل شيحى "حساب دوال توزيع الحقل الكهربائي الموضعي ومشتقاتها داخل البلازما باستخدام المحاكاة العددية مونتي كارلو تطبيقاتها على طيف الهليوم" رسالة دكتوراه دولة جامعة منتوري قسنطينة 2005 .

[18] سميحة بضياف ,"دراسة التركيب الجزيء لرمل كثبان منطقة ورقلة ,باستخدام مطيافية الامتصاص تحت الحمراء وحيود الأشعة السينية " – 2014.

[19]..http://www.encyxo.blogs.com. الموقع الإلكتروني:

[20]–الليزرات تأليف:بيلا.ليكيل .جامعة فرنالدو,ترجمة فاروق عبودي قصير,جامعة الموصل 1984م–1403هـ–,طبعة(1) 2008

[21]ماهية الطيف الفصل الأول الموقع الالكتروني http//foucult . mu . edu. Sa

[22] د فواز سيوف ,"الأطياف في الفلك " أستاذ المعهد العالي لبحوث الليزر وتطبيقاته – جامعة دمشق – جمعية هواة الفلك السورية .

[23]H .Park ,S .J .you et W .Choe ;((Correlation between excitation temperature

And electron temperature with two groups of electron energy distributions))

Physics of Plasmas , Vol . 17, p.103501,2010.

[24]L. Schweikard plasma physic sprnger ,A.Dinklage,T.klinger ,G.Marx,Berlin 2005.

[25].Jean-loup Delcroixet abraham Bers,physique des plasma Inter editions/CNRS Edition(1994)

[26]فيزياء الليزر وتطبيقاته ,محمد كوسا :أستاذ مساعد في قسم الفيزياء جامعة دمشق (2006-2005)

[27]الليزر وتطبيقاته ,سعود بن حميد اللحياني , جامعة أم القرى.

[28]الليزر وأسسه واستخداماته ,صالح مصطفي الأتروشي ,رياض وديع يوسف ,جامعة دلهوك طبعة (1) 2008

[29]-BENMEBROUK ,Lazhar .BENTEDJ ,S. ,et KHELFAOUI ,Fethi.

Détermination de la densité électronique et de la temperature électronique

Par spectroscopie d'une décharge micro-onde dans un plasma d'hélium.2015

[30]- BENMEBROUK,Lazhar . Simulation Numérique de Spectres de l'Hélium

Emis dans les Chambres Cathodiques pour la Détermination de la Densité

et la Température Electronique.2017.Thése de doctorat.

[31] NIST Atomic spectra Database, http// physics .nist .gov.

الملخص:

في ايطار تشخيص المواد الصلبة باستخدام المطيافية قمنا في هذه المذكرة بتحليل الأطياف الناتجة عن بلازما تسامي مادة الفليورين بتقنية LIBS حيث اعتمادا على البرنامج الرقمي تمكنا من حساب الأطياف النظرية والتي كانت في توافق جيد مع الأطياف التجريبية. تمكنا من حساب درجة الحرارة الالكترونية للوسط الناتج (1.92eV)و التي كانت قيمتها متوافقة مع تصنيفات البلازما المخبرية. وفي الأخير تم التوصل الى أن الوسط المتشكل يغلب عليه عنصر الكالسيوم بنسبة 96.63% وباقي النسبة 3.36% للفلور.

الكلمات المفتاحية :

الأطياف ،الليزر ،البلازما ،الفليورين، تقنيةLIBS

Summary:

In the analysis of the solids using spectroscopy, we analyzed the spectra of the sublimation plasma by LIBS, where, based on the digital program, we calculated the theoretical spectra that were in good agreement with the experimental spectra. We were able to calculate the electron temperature of the resulting medium (1.92eV), which was in line with laboratory plasma ratings. Finally, it was found that the concentrated medium predominates with the calcium component by 96.63% and the remaining 3.36% for fluorine.

key words:

Spectra, laser, plasma, florin, LIBS technique