الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جـــــامعـــــة الـــــــوادي

كـلـيـــة العلـوم والتكنـولـوجيـا

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ليسانس أكاديمي

مجال: علوم المادة

فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء الإشعاع

من إعداد : حمايتي خديجة

طالبي راضية

الموضوع

مطيافية الأشعة تحت الحمراء

نوقشت يوم: 2014/06/03

أمام لجنة المناقشة المكونة من

بوراس ليلى	أستاذة مساعدة مكلفة بالدروس	رئيسة
مفتاح محمد الصالح	أستاذ محاضر ا	مناقش
زروال صورية	أستاذة مساعدة ا	مؤطرة

الموسم الجامعي: 2014/2013

شكر وعرفان

إن الحمد لله وحده لا شريك له هو الذي هدانا إلى الحق و علمنا ما لم نكن نعلم له يكون الحمد و الشكر التامين.

و الشكر و الامتنان إلى نبي الهدى شق لنا في الظلمة طريق إلى النور.

أما بعد:

يسر صاحبتا البحث أن يتقدما بالشكر الخالص للأستاذة المؤطرة" زروال صورية " التي تشرفت بقبول تأطيرنا و التي أمدتنا بالنصح و التوجيه بكل أمانة و إخلاص . كما نتقدم بالشكر الجزيل و عبارات التقديرو الاحترام إلى : الأستاذان " مصباحي محمد عادل " و " لوصيف خالد " و الأستاذات "زواري احمدفاطمة " و" حمايتي نورة " و" فرحات سامية. "

كما لا يفوتنا تقديم أعمق عبارات الشكر و العرفان إلى أساتذة قسم علوم المادة الذين اشرفوا على تكويننا طيلة ثلاثة سنوات.

أخيرا نشكر جميع من ساعدنا و وقفوا إلى جانبنا و إن فاتنا ذكرهم فجزاهم الله عنا خيرا جزاء و أسال الله كماجمعنا في الدنيا على طاعته أن يجمعنا في الآخرة في جنته و برفقة نبيه.

و لله الحمد من قبل و من بعد

خديجة_راضية

قائمة الأشكال

الفصل الأول أسس ومبادئ الأشعة تحت الحمراء

الشكل	العنوان	الصفحة
1	رسم يوضح مناطق الطيف الكهرومغناطيسي .	04
2	رسم تخطيطي يوضح مناطق طيف الأشعة تحت الحمراء .	05
3	رسم تخطيطي يوضح الانتقالات الاهتزازية المسموحة .	07
4	جدول يوضح الانحناءات الممكنة .	10

الفصل الثاني مطيافية الأشعة تحت الحمراء

الشكل	العنوان	الصفحة
1	**رسم تخطيطي يوضح مكونات المطياف الإعتيادي.**	14
2	**رسم تخطيطي للمطياف ذي الحزمة الضوئية الواحدة .**	14
3	**رسم تخطيطي للمطياف ذي الحزمتين الضوئيتين .**	15
4	جدول يوضح المواد المستخدمة في صناعة نوافذ خلايا الاشعة تحت الحمراء .	16
5	**رسم تخطيطي لمسار الأشعة في جهاز الأشعة تحت الحمراء*FT-IR* .**	19
6	**رسم تخطيطي يوضح انتشار وامتصاص الروابط المختلفة في طيف ما تحت الحمراء الاهتزازي.**	20

الفصل الثالث الدراسة التجريبية لمطيافية الأشعة تحت الحمراء

الشكل	العنوان	الصفحة
1	**صور تحضير العينة.**	22
2	**جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR Affinity – 1 المتطور.**	23
3	**منحنى طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب ثنائي برومو الميزيتيلين .**	24

الفهرس

مقدمة عامة

الفصل الأول: أسس ومبادئ الأشعة تحت الحمراء

مقدمة 4

I.1 نطاق الطيف الكهرومغناطيسي 4

I.2 الأشعة تحت الحمراء 4

I.2.1 تعريف 4

I.2.2 مصدر إنتاج الأشعة تحت الحمراء 6

I.2.2.1 مصباح نرنست المتوهج *Nernst glower* 6

I.2.2.2 القضيب المتوهج *Globar* 6

I.2.2.3 السلك المتوهج Incandescent *wire* 6

I.2.2.4 مصباح الزئبق القوسي ذو الضغط العالي *High pressure arc lamp* 6

I.3 قواعد امتصاص الأشعة تحت الحمراء 7

I.3.1 القاعدة الأولى 7

I.3.2 القاعدة الثانية 7

I.4 الانتقالات الاهتزازية في الجزيء الواحد 8

I.4.1 أنواع الانتقالات الاهتزازية 8

I.4.1.1 التمدد الاهتزازي 8

I.4.1.2 الانحناء الاهتزازي 9

I.4.2 النمط الاهتزازي 11

I.5 استخدامات الأشعة تحت الحمراء 11

الفصل الثاني: مطيافية الأشعة تحت الحمراء

مقدمة 13

1.II تعريف المطيافية 13
2.II التحليل بواسطة المطياف 13
3.II أنواع المطياف 13
1.3.II المطياف ذو الحزمة الضوئية الواحدة 14
2.3.II المطياف ذو الحزمتين الضوئيتين 14
4.II مكونات جهاز الأشعة تحت الحمراء 15
1.4.II مصدر الأشعة تحت الحمراء 15
2.4.II وحدة وضع العينات 15
3.4.II تهيئة العينات 16
1.3.4.II العينات الغازية 16
4.3.2.II العينات السائلة 16
3.3.4.II العينات الصلبة 17
4.4.II وحدة قياس طاقة الأشعة 17
5.4.II وحدة التسجيل 18
5.II جهاز قياس الاشعة تحت الحمراء المزود بمحول فورييه 18
6.II استخدامات طيف الأشعة تحت الحمراء 19

الفصل الثالث : الدراسة التجريبية لمطيافية الأشعة تحت الحمراء

مقدمة.....22

III.1الأجهزة المستعملة في التجربة 22

III.2تحضير العينة.....22

III.3خطوات العمل بالجهاز.....23

III.4تفسير الطيف.....24

خلاصة عامة

المراجع

مقدمة عامة

مقدمـــــــــــة عـامـــة

دأب العلماء منذ القديم على ابتكار الطرق والوسائل لفصل المركبات عن بعضها البعض وتحديد كمياتها وكذلك معرفة العناصر المكونة لها.

ومع تطور العلم واكتشاف الأطياف وعلاقاتها ببنية المادة تم استغلالها للتعرف على المركبات والعناصر ودراسة آلية التفاعلات عن طريق أجهزة صنعت خصيصا لهذا بل أمكن عن طريق هذه الأجهزة إجراء التحديد الكمي للمركبات والعناصر ومن بينها:

- مطيافية الأشعة تحت الحمراء وأشعة رامان الناتجة عن التهيج الاهتزازي والد وراني للجزيئات.
- مطيافية الأشعة فوق البنفسجية والمرئية الناتجة عن التهيج الالكتروني مصاحبا بتغيرات اهتزازية ودورا نية.
- مطيافية الرنين المغناطيسي النووي الناتجة عن تهيج الأنوية الذرية المغناطيسية في حقل مغناطيسي.
- مطيافية الكتلة الناتجة عن قذف الجزيئات بإلكترونات ذات طاقة متوسطة ثم تسجيل انحراف الكتل المشحونة الناتجة.

لقد فتحت هذه الأجهزة مجالات جديدة وأصبح التحليل الآلي هو الأسلوب الأمثل في التحليل لأنه يمكننا من معرفة العناصر والمركبات وكمياتها بدقة عالية جدا بل أمكن التعرف حتى على وجود أثار من مادة مجهولة موجودة في مادة أخرى حتى ولو وصل تركيزها إلى $\mathbf{10^{-2}}$ مولاري.

وفي هذا البحث سنتطرق إلى دراسة نوع من أنواع الطرق الطيفية المستعملة في التحليل الآلي في المخابر وهو المطيافية تحت الحمراء.

حيث سنتناول في الفصل الأول تعريف الأشعة تحت الحمراء والقواعد اللازمة لامتصاصها ، وأيضا الانتقالات الاهتزازية الممكنة في الجزيء الواحد.

ويتضمن الفصل الثاني دراسة لمطياف الأشعة تحت الحمراء . دراسة نظرية تشمل أنواع المطياف ومكوناتها واهم استخداماتها وجهاز قياس الأشعة تحت الحمراء المزود بمحول فوريه .

أما الدراسة التجريبية لمطيافية الأشعة تحت الحمراء تكون محل الدراسة في الفصل الثالث.

الفصل الأول

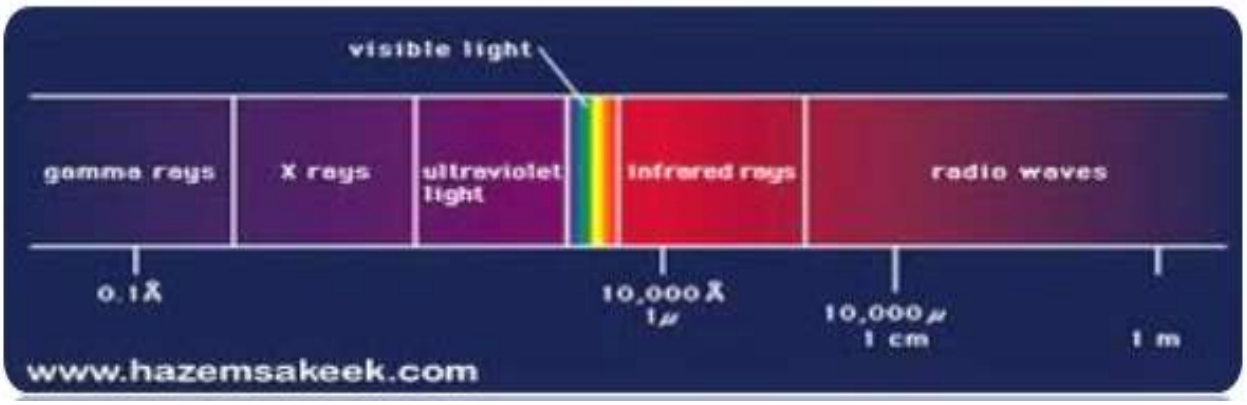
أسس و مبادئ الأشعة تحت الحمراء

مقدمـــــــة

اكتشفت الأشعة تحت الحمراء بمحض الصدفة في عام ***1800***م عندما كان العالم هرشل، يبحث عن أنسب العدسات لتقليل وميض الشمس على عينه، قادته أبحاثه إلى اكتشاف أن كمية الحرارة التي تمر خلال العدسات تختلف كثيرا باختلاف ألوانها.غير أن الصدفة قد أدت دورها أيضا في إحداث طفرة هائلة في أبحاث الأشعة تحت الحمراء. فما هي هذه الأشعة ؟

1.I نطـــاق الطيـف الكهرومغنـاطيســي

يمتد نطاق طيف الأشعة الكهرومغناطيسية من أشعة جاما عالية الطاقة إلى موجات الراديو المنخفضة الطاقة جدا. وعادة تستخدم وحدات مختلفة لكل نطاق من مناطق الطيف ذات الأطوال المختلفة على سبيل المثال أشعة x-ray ذات أطوال موجات في نطاق $10^{-8}cm$ فتميز بالأنجستروم ($\mathring{A}$) . أما أطوال الموجات في نطاق الأشعة فوق البنفسجية والمرئية تميز أما بـ ($\mathring{A}$) أو بـ (nm) أما الأشعة تحت الحمراء تميز بالميكرون (μ) أو بالعدد الموجي (cm^{-1}) [1].



الشكل (I-1) رسم يوضح مناطق الطيف الكهرومغناطيسي.

2.I الأشعـــة تحـــت الحمـــراء

1.2.I تعـــريف:

تم اكتشاف الأشعة تحت الحمراء (***IR***) عام ***1800*** من قبل (***Fréderic Wilhelm Herschel***) (***1822-1738***) [2] .

تشكل الأشعة تحت الحمراء جزءا من الطيف الكهرومغناطيسي يقع بين المجال المرئي ومجال أشعة الراديو ويقسم هذا المجال إلى ثلاثة مناطق على النحو التالي:

❖ **الأشعــة تحــت الحمــراء القـريبة من *7.0 µm إلى 5.2 µm :***

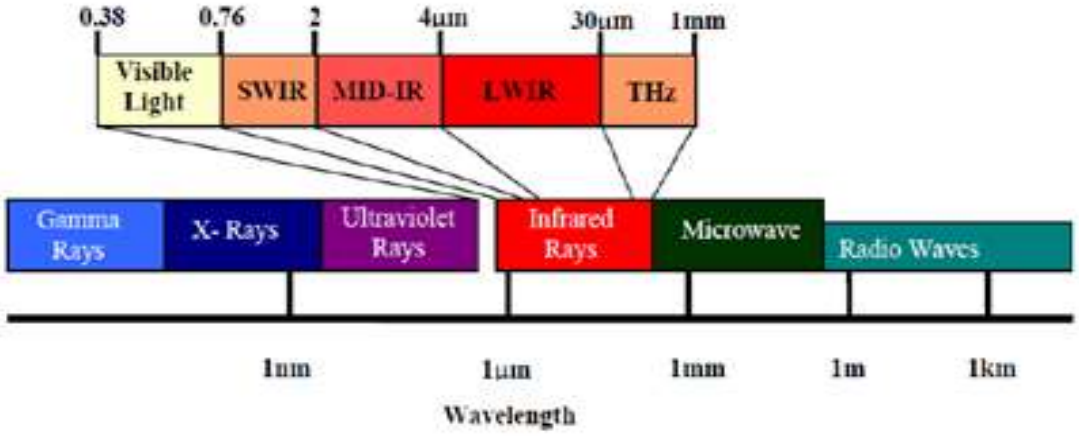
امتصاصها يكون منخفض وعلى الرغم من هذا لها أهمية كبيرة في مخابر المراقبة كأداة في التحليل الكمي.

❖ **الأشعــة تحــت الحمــراء المتوسطة من *5.2 µm إلى 25 µm:***

تعتبر هذه المنطقة أكثر المناطق ثراء ، حيث تعطي معلومات حول بنى المركبات ولهذا تستخدم كطريقة م تسعة النطاق وأيضا تتوافق مع مجال الطاقة الاهتزازية لغالبية الجزيئات العضوية وغير العضوية.

❖ **الأشعــة تحــت الحمــراء البعيــدة *25 µm إلى 50 µm :***

تعطي معلومات حول بنى المركبات العضوية [3]، [4].



الشكل (I-2) رسم تخطيطي يوضح مناطق طيف الأشعة تحت الحمراء.

في عام ***1824*** وجد أن المنطقة المتوسطة للأشعة تحت الحمراء تتضمن أغلب التحليلات الطيفية وأيضا الاهتزازات الجزيئية في السوائل والغازات والاهتزازات الجزيئية الدورانية.

يقوم مبدأ مطيافية الأشعة تحت الحمراء ***IR*** على أساس تداخل ضوء الأشعة تحت الحمراء مع السحابة الكهربائية للروابط الكيميائية.

عموما أغلبية الأطياف تحوي ومضات الطيف الضوئي التي تؤدي لامتصاص طاقة الإلكترون من طرف الرابطة الكيميائية، للانتقال من الحالة الأساسية إلى الحالة المثارة.

هذا التداخل بين الإشعاعات والروابط الكيميائية ينتج عنه أطوال موجية مختلفة وبذلك تختلف ذبذبات الاهتزاز.

يشكل طيف الأشعة تحت الحمراء ***IR*** من امتصاص الأشعة تحت الحمراء عن طريق المواد التي تم تحليلها فهي تتيح الكشف عن هويتها عن طريق خصائص الاهتزاز للروابط الكيميائية.

الأشعة تحت الحمراء توفر كمية من الطاقة تمكن الإلكترون من الانتقال من مستويات الدوران والاهتزاز للروابط الذرية (***4-400kj/mol***) دون إحداث تحويلات بين المستويات الالكترونية (***400kj/mol***) [4].

يأتي الاهتمام الخاص بهذا المجال من الطيف الكهرومغناطيسي من حقيقة أن كل الكائنات في الأرض تنبعث منها وبشكل عفوي موجات تخضع لقوانين الجسم الأسود ومن هذا الإطار يمكن الكشف عن الأجسام في حالة عدم وجود أي مصدر للإضاءة [2].

2.2.I مصـــدر إنتـــاج الأشعـــة تحـــت الحمـــراء:

تنتج الأشعة تحت الحمراء من التسخين الكهربائي لبعض المواد الصلبة إلى درجة ***2000-1500*** درجة مئوية وتوجد مصادر عديدة لإنتاج هذه الأشعة منها :

2.2.1.I مصباح نرنست المتوهج *Nernst glower* :

ويتكون من أكاسيد بعض عناصر الأرض النادرة في صورة قضيب قطره $(2.10^3 - 1.10^3 m)$ وطوله $(20.10^3 m)$ وعادة يكون الزركونيوم ***(Zr)*** ويتصل القضيب من أحد طرفيه ببلاتين الرصاص ***(pt-Pb)*** يسمح بمرور التيار الكهربائي ونظرا لأن مرور التيار الكهربائي يكون ضعيف جدا عند درجة حرارة الغرفة فلنه يتم مبدئيا تسخين القضيبين بواسطة مصدر خارجي إلى درجة حرارة تسمح بمرور التيار الكهربائي (***1500°C***) وعند مرور التيار ترتفع حرارة المصباح إلى الدرجة المناسبة واللازمة لإنتاج الأشعة ويبث هذا المصباح طيف بين ($7100\text{-}1000\,cm^{-1}$) ولكنه أقل انتظاما من القضيب المتوهج.

2.2.2.I القضيب المتوهج Globar :

ويتكون القضيب من كربيد السيلكون (***Sis***) طوله$(50.10^3 m)$ وقطره $(4.10^3 m)$ ويتم تسخينه كهربائيا حتى درجة ($1200^o C$) ليعطي طيف مستمر بين($5000\text{-}600\,cm^{-1}$) .

2.2.3.I السلك المتوهج *Incandescent wire*:

ويشبه القضيب المتوهج وينتج أيضا أشعة مستمرة في منطقة الأشعة تحت الحمراء المتوسطة.

2.2.4.I مصباح الـزئبق القـوسي ذو الضـغط العالـي *High pressure arc lamp*:

ويستخدم هذا المصباح لإنتاج الأشعة في منطقة الاشعة تحت الحمراء البعيدة [5].

3.I قـواعد امتصـاص الأشعـــة تحـــت الحمـــراء

لكي يتم التجاوب بين الجزيئات ثنائية الذرة المهتزة والأشعة IR لابد من تحقق الشرطين التاليين:

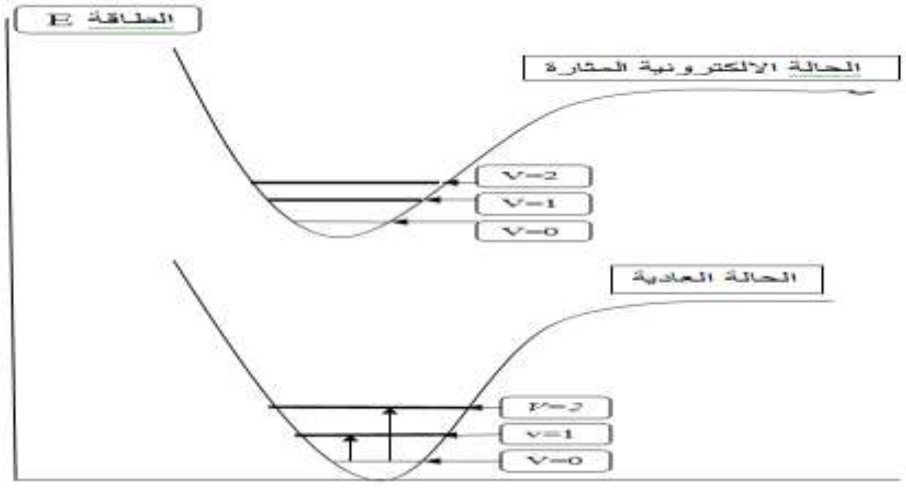
3.1.I القـــــاعدة الأولـــــــى:

لكي تمتص جزيئة الاشعة تحت الحمراء كطاقة اهتزازية مهيجة لابد وأن يحدث في الجزيئة تغير في عزم ثنائي القطب حال اهتزازها وطبقا لذلك فأننا لن نتوقع في جزيئة مكونة من ذرتين متشابهتين مثل H_2 أن يحدث فيها امتصاص للأشعة تحت الحمراء نتيجة استطالة المسافة بين الذرتين .واستنادا إلى هذه القاعدة فإن أي تغير في اتجاه أو في قيمة عزم ثنائي القطب في المزدوجة أثناء الاهتزاز يؤدي إلى اهتزاز يتجاوب مع مكونة المجال الكهربائي المهتز للأشعة تحت الحمراء مؤديا بذلك إلى امتصاص الاشعة . وكمثال على الاهتزاز الناتج عن التغير في اتجاه المزدوجة يمكن توضيحه في أسلوب الانحناء لـ $N-C-H$ في جزيئة HCN فإن هنالك تغيرا طفيفا في عزم ثنائي القطب إلا أن التغير واضح في اتجاهه [6].

وإذا لم يحدث تغير في عزم ثنائي الأقطاب يمكن إيجادها باستخدام طرق مطيافية أخرى مثل طريقة رامان التى تعتمد على الحركات الاهتزازية للجزيء عن طريق تبعثر الأشعة وليس امتصاص الأشعة كما هو الحال في مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR [5].

3.2.I القـــــاعدة الثانيـــــــة :

يرافق امتصاص الأشعة تحت الحمراء فقط الانتقالات التي يكون فيها $\Delta V = \pm 1$ وطالما أن أغلب الجزيئات تكون في المستوى الاهتزاز V_0 في درجة حرارة الغرفة فلأن أغلب هذه الانتقالات تحدث من الحالة V_0 إلى V_1 كما هو موضح في الشكل (3-I) [6].



الشكل (I-3) رسم تخطيطي يوضح الانتقالات الاهتزازية المسموحة.

حيث ΔV تمثل الفرق في المستويات الطاقوية

عندما يمتص الجزيء الأشعة تحت الحمراء يحدث اهتزاز لذرات هذا الجزيء أو يحدث انتقال إهتزازي للذرات بالنسبة لبعضها البعض في الجزيء مما يؤدي إلى تغير دوري في طول الروابط الكيميائية في الجزيء وقد تنتج كل حركة اهتزازية من حركة ذرتين أوقد تشمل مجموعة من الذرات ويتوقف عدد الانتقالات الاهتزازية في الجزيء على عدد الذرات المكونة له [5].

4.I الانتقـــالات الاهتزازيـة في الجـزيء الواحــد

تمثل الانتقالات الإهتزازية مستويات الطاقة الاهتزازية في الجزيء حيث تمثل كل إنتقالة إهتزازية مستوي طاقة إهتزازي وينتقل الجزيء من مستوي طاقة أدنى إلى مستويات طاقة اهتزازية أعلى نتيجة لامتصاص طاقة الأشعة تحت الحمراء وتتوقف طاقة الأشعة الممتصة لأي من الحركات الاهتزازية في الجزيء على نوع الذرات وطبيعة الروابط الكيميائية المشتملة في الحركات الاهتزازية.

وتعتبر منطقة الأشعة تحت الحمراء المتوسطة أكثر المناطق إستخداما في أجهزة التحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء.

ونتيجة لحركة الذرات وتذبذبها في الجزيء وإختلاف كتلة الذرات المعينة وقوة الروابط بينها فإن درجة ترددات التذبذب تختلف من جزيء إلى أخر معطية ما يعرف بالبصمة والتي تميز كل جزيء عن الأخر بمعنى أن كل جزيء له بصمة إهتزازية خاصة به.

4.1.I أنـــواع الانتقـــالات الاهتـــزازيـة:

4.1.1.I التمـــدد الاهتـــزازي:

ينشأ التمدد الاهتزازي بين ذرتين مرتبطتين معا بتغير المسافة بين الذرتين دون تغير المحاور أو زوايا الجزيء أي على نفس محور الرابطة وبنفس الزوايا بين الروابط . وتمثل ترددات الذرتين في جزيء ما بحركة كرتين متصلتين بنابض مرن بحيث يسمح هذا النابض للذرتين أن تبتعد عند الشد أو أن تقترب عند ترك النابض يعود مرة أخرى .

والتمدد الاهتزازي نوعان:

- تمدد اهتزازي بسيط أو معزول وهو يشمل تمدد رابطة واحدة مثل الرابطة الفردية في جزيء $H - cl$ أو الرابطة الكربونية $C = O$.
- تمدد اهتزازي مزدوجا وهو يشمل تمدد رابطتين او أكثر في نفس الوقت مثل تمدد الرابطتين في جزء $H - C - H$ وهنا يحدث نوعين من التمدد الاهتزازي المزدوج

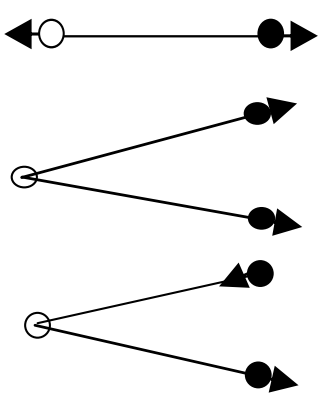
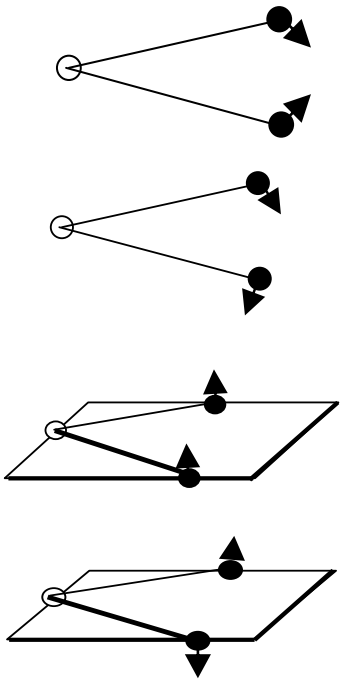
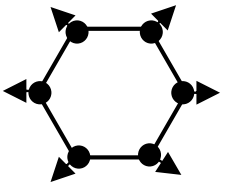
- تمدد مزدوج متماثل وفيه يحدث تمدد أو تقلص للرابطتين في نفس الوقت.
- تمدد مزدوج غير متماثل وفيه تتمدد إحدى الروابط بينما تتقلص الأخرى في نفس اللحظة.

4.1.2.I ***الانحنـــاء الاهتـــزازي :***

وهذه الترددات تتغير فيها زوايا الروابط مؤدية إلى حركة الذرات في اتجاه أخر غير اتجاه محور الرابطة وقد تكون حركة الذرات في مستوي الرابطتين أو خارج مستوي الرابطتين الشكل (***4-I***). وللانحناء الاهتزازي انواع هي :

- ♣ حركة مركبة .
- ♣ حركة متأرجحة (إهتزاز).
- ♣ حركة إلتوائية.
- ♣ حركة مقصية.

وفي حالة الجزيئات متعددة الذرات تتردد هذه الذبذبات المختلفة بقيمة محددة أي أن ترددات التمدد والانحناء الجزيئي مقننة وعند تعرض الجزيء للأشعة الكهرومغناطيسية ذات نفس تردد الذبذبة الجزيئية يحدث الامتصاص وتتوافق الموجات وتزداد سعة التردد . وعندما يعود الجزيء إلى الاستقرار فإن الطاقة الفائضة تنتشر على شكل حرارة [5].

تشوه الروابط	تمدد الرابطة (المط) *تمدد متناظر* تمدد رابطتين من نفس النوع *تمدد غير متناظر*	
تشوه الزوايا	*انحناء مقصي في المستوي* *انحناء تأرجحي في المستوي* *انحناء ارتجاجي خارج المستوي* *انحناء التوائي خارج المستوي*	
تشوه الحلقة	*تنفس الحلقة*	

الشكل(I-4) رسم تخطيطي يوضح الانحناءات الممكنة .

4.2.I النمـــط الاهتـــزازي:

يمكن التكهن بعدد قمم الامتصاص لجزيء معين بتقدير عدد الذبذبات الجزيئية المسموح بها في الجزيئات متعددة الذرات.

في الجزيء المتعدد الذرات يوجد n ذرة وعلى هذا يمكن تحديد موضع كل ذرة في الفراغ بتحديد قيم المحاور الثلاثة أي أننا نحتاج لتعريف $3n$ قيمة لتحديد موضع جميع ذرات الجزيء أي أن الجزيء له $3n$ درجات حرية. من هذه القيم الثلاثة تحدد الانتقالات الجزيئية كوحدة متكاملة وهنالك ثلاثة درجات أخرى لوصف دوران الجزيء عندما لا يكون خطيا وهكذا يحدث للجزيء الغير خطي $3n-6$ نوع من التذبذب العادي والتي تمتص الأشعة الكهرومغناطيسية وبما أن الجزيئات الخطية تتطلب محورين فقط لوصف دورانها فإن لها $3n-5$ من التذبذب [5].

5.I استخدامات الأشعة تحت الحمراء

5.1.I المجال الطبي:

يستخدم الأطباء الأشعة تحت الحمراء لمعالجة الأمراض الجلدية ولتخفيف الألم التي قد تصيب العضلات. يتم في هذه المعالجة تسليط الأشعة تحت الحمراء على جسم المريض حيث تخترق الجلد وتعمل على تدفئة الجلد بدرجة معينة لتنشيط الدورة الدموية.

5.2.I المجال الصناعي :

استخدمت الأشعة تحت الحمراء في بعض الأفران الخاصة للطلاء الجاف للأسطح مثل الجلد والمعادن والأوراق والأقمشة. كذلك طور العلماء بعض النوافذ الخاصة المستخدمة في المكاتب والمنازل بحيث تعكس الأشعة تحت الحمراء وبهذا يمكن الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للمكاتب . كما يستخدم بعض المصورين أفلام حساسة للأشعة تحت الحمراء للتصوير في الظروف التي ينعدم فيها توفر الأشعة المرئية أي التصوير في الظلام باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء .

3.5.I المجال العسكري :

استخدمت أجهزة الأشعة تحت الحمراء في الحروب العسكرية من خلال نظارات ليلية مثبتة على خوذات الجنود.الصور الخضراء التي تنتج من تلك النظارات تمكن القوات الجوية والعسكرية والصيادين وحتى الهواة من رؤية ماذا يحدث في الظلام الدامس. لان هذه النظارات ترى من خلال انبعاث الأشعة تحت الحمراء التي تصدر عن الأجسام عند مختلف درجات الحرارة وبالتالي فهي لا تحتاج إلى مصدر ضوء خارجي يسقط على الجسم لينعكس على العين مثلما ترى العين الأشياء [7].

الفصل الثاني

مطيافية الأشعة تحت الحمراء

مقدمـــــة

مع التقدم الكبير الذي شهدته السنوات العشرين الأخيرة في مجال تكنولوجيا التقنيات أصبح من البديهي الاعتماد على طرق تحليل أليه حديثة في شتى الميادين. ومن بين هذه التقنيات تقنية الكشف عن المركبات بالمطيافية فماهي هذه التقنية ؟

1.II تعريف المطيافية

يعود تاريخ المطيافية إلى طريقة الألوان المقترحة من طرف العالم نيوتن (***1642-1727م***) و ذلك عام ***1672***م الذي بين أن الضوء يتكون من العديد من الألوان ذلك وفقا لتشتت الضوء حيث يمرر ليعبر الموشور الزجاجي فيعطي بعض الألوان. وتقنية المطيافية هي دراسة للطيف الكهرومغناطيسي الممتصة من طرف المادة [8].

2.II التحليل بواسطة المطياف

إن أحد تطبيقات المطياف المهمة هو تشخيص المواد عن طريق الامتصاص ويعتبر هذا مهما وخاصة في تشخيص المركبات العضوية .ففي حالة فصل مركب ما لتشخيصه في حالته النقية، يحضر طيف منحنى امتصاص و ذلك برسم الامتصاص أو النسبة المئوية للنفاذية (***%T***) مقابل طول موجة الطاقة الشعاعية النافذة من خلال النموذج ويسهل المطياف المجهز بأداة تسجيل اتوماتيكية هذه الطريقة.

تكون الخطوة الأولى في التحليل الكمي للنموذج بتحديد طول الموجة بواسطة المطياف التي يقاس عندها امتصاص طاقة الشعاع وذلك عن طريق قياس امتصاص النموذج عند الأطوال الموجية المختلفة ويجب أن يتم اختيار طول الموجة (أو اقرب) الأعلى امتصاصا ولغرض تحديد طول الموجة هذ ا يقاس الامتصاص أو النسبة المئوية للنفاذ (***%T***) في المحلول عند أطوال موجية متعددة ومختلفة لمدى واسع .ومن ثم يرسم الامتصاص أو النسبة المئوية للنفاذ مقابل طول الموجة ويسمى طيف امتصاص المادة[1].

3.II أنواع المطياف

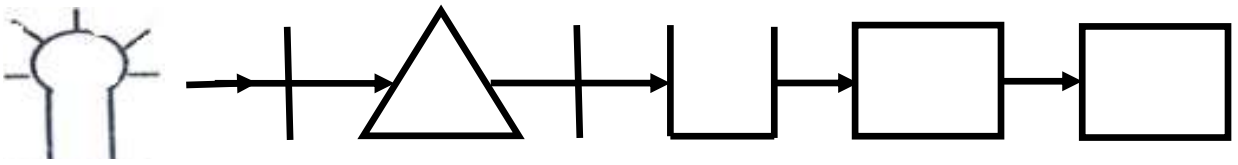
يتألف المطياف الاعتيادي البسيط من "مصدر الأشعة "و"المفرق" و"خلية النموذج" و"الكاشف و"القارئ" كما يبدو في الشكل التخطيطي التالي:

الشكل (II-1) رسم تخطيطي يوضح مكونات المطياف الاعتيادي.

- وهنالك نوعان من المطياف:

1.3.II المطياف ذو الحزمة الضوئية الواحدة:

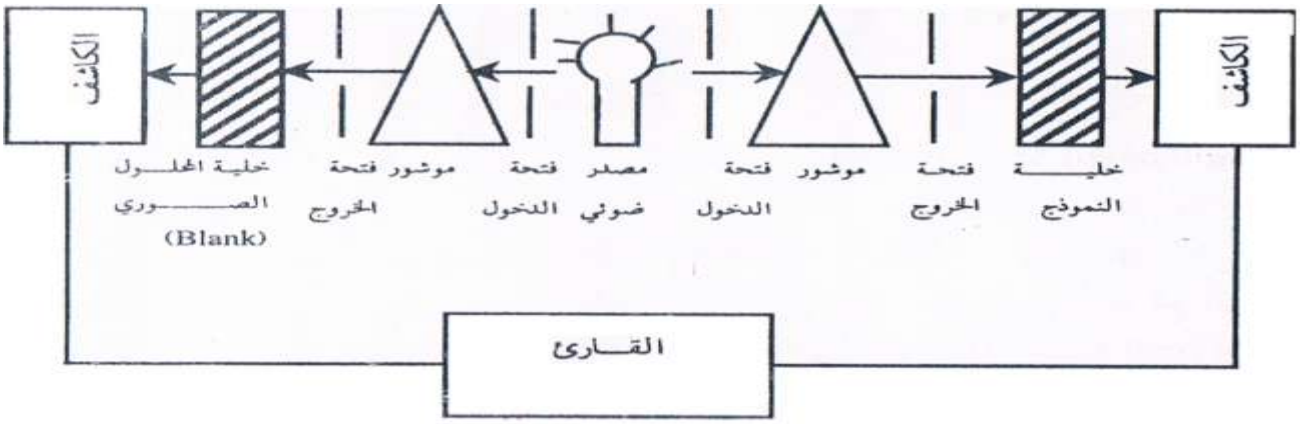
يمكن توضيح الأجزاء الرئيسية التي يتألف منها في الشكل التخطيطي ***(2-II)*** إذ يمكن استخدام مفرق الموشور أو مفرق المحرر لتفريق الضوء متعدد الموجة وتحويله إلى ضوء أحادي الموجة وعند استخدام مرشح بدلا من هذه المفرقات يسمى الجهاز فونوميتر المرشح ذو الخلية الواحدة ويعمل هذا الجهاز عند طول موجي محدد ويستخدم للتقدير الكمي لمركب واحد عند توفر عدد كثير من النماذج المطلوب تحليلها ويفضل هذا الجهاز في دراسات الطيف الانبعاثي ويجب أن يكون للمصدر الضوئي والكاشف درجة عالية من الاستقرارية ومن مساوئه أنه يقيس كمية الضوء الكلية المفقودة عند عبوره خلال النموذج بدلا من قياس الضوء الممتص فقط[1].



الشكل (II-2) رسم تخطيطي للمطياف ذي الحزمة الضوئية الواحدة.

2.3.II المطياف ذو الحزمتين الضوئيتين:

يوضح الشكل ***(3-II)*** أجزاء المطياف ذي الحزمتين الضوئيتين وعند استخدام مرشح بدلا من الموشور يدعى حينذاك فونوميتر. يتكون الجهاز من مفرقين وكاشفين وخليتين يوضع في أحداهما النموذج المراد تقديره وفي الأخرى يوضع المحلول الصوري (المحلول الذي يحوي المواد جميعها عدا المراد تقديره). من المحاسن الرئيسية للمطياف ذي الحزمتين الضوئيتين أنه يستطيع أن يقيس نسبة حزمة ضوء النموذج إلى حزمة ضوء المحلول الصوري وذلك لوجود خليتين وكاشفين إذ يمكن تجنب التأثيرات الناجمة عن تموج أو تقلب الفولتية كما يمكن وبوسيلة أخرى إزالة تأثيرات تقلب الفولتية بإستخدام بطارية قوية (مصدرا فولتيا ثابتا) يستخدم المطياف ذو الحزمتين-عادة في دراسات الاطياف الامتصاصية[1].



الشكل (II-3) رسم تخطيطي للمطياف ذي الحزمتين الضوئيتين.

4.II مكونات جهاز الأشعة تحت الحمراء

4.1.II مصدر الاشعة تحت الحمراء:

هنالك عدة مصادر للاشعة نذكر منها المصادر الاكثر إستعمالا مصباح رنست المتوهج ,القضيب المتوهج و مصباح الزئبق القوسي ذو الضغط العالي .

4.2.II وحدة وضع العينات:

يمكن إستخدام عينات سائلة أو صلبة أو غازية ويختلف شكل الخلايا المستخدمة لوضع العينة عن تلك المستخدمة في أجهزة ***UV-VL instrument*** حيث يجب أن يكون سمك العينة صغيرا جدا ولذلك تستخدم خلايا دقيقة غالبا ما تكون معدنية لها نافذتان لمرور الاشعة خلال العينة ونختار المادة التي تصنع منها النوافذ بحيث لا تمتص الاشعة تحت الحمراء في منطقة القياس وعادة تستخدم هاليدات العناصر القلوية في صناعة هذه النوافذ ويوضح الجدول أدناه المواد المستخدمة في صناعة نوافذ الخلايا الاشعة تحت الحمراء[5].

المادة المصنع منها نوافذ الخلايا	الطول الموجي للأشعة التي تمر بدون امتصاص(cm^{-1})
NaCl	40.000-625
KBr	40.000-400
AgCl	25.000-435
CsBr	10.000-270
Cesium iodide	10.000-200
Germanium	20.000-600
Polyethylene	625-33

الشكل (II- 4) جدول يوضح المواد المستخدمة في صناعة نوافذ خلايا الاشعة تحت الحمراء .

ويلاحظ أن تعرض هذه المواد للرطوبة يؤدي إلى حدوث تغير في سطحها وتصبح قادرة على الإصدار الضوئي لكل الأشعة ويكون من الضروري في هذه الحالة إعادة صقل جميع أسطح هذه المواد [5].

II.4.3 تهيئة العينات:

II.4.3.1 العينات الغازية :

توضح العينة الغازية داخل خلية خاصة سبق تفريغها من الهواء ويختلف طول الخلية من بضعة سنتيمترات إلى عدة أمتار (بواسطة تعدد الانعكاسات في الخلية) حيث نجد خلايا أسطوانية مصنوعة من زجاج البيركس طولها (***10cm***) أما نوافذها تكون مصنوعة من كلوريد الصوديوم أو فلوريد الكالسيوم أو بروميد البوتاسيوم أما في حالة التركيزات الضئيلة من الغاز يمكن إستخدام خلية ذات أمرار ضوئي كبير يصل إلى ***(40cm)*** بسبب تعدد الانعكاسات في الخلية وذلك بإستخدام خلية قصيرة تحتوي على عدة مرايا عاكسة تعكس الاشعة الساقطة بطريقة تزيد من الامرار الضوئي إلى الحد المطلوب [5].

II.4.3.2 العينات السائلة :

توضع السوائل كغشاء رقيق للمركب بسمك حوالي ***0.01mm*** وفي هذه الحالة تكون العينات في حدود (***1-10mg***) وقد يوضع محلول المادة بين قرصين من ملح كلوريد الصوديوم أو فلوريد الكالسيوم أو

بروميد البوتاسيوم وتفصل الاقراص بواسطة (***0.005-0.1mm***) من السائل النقي أو في المنطقة (***0.1-1mm***) من المحلول وبذلك يجب الحفاظ على خلايا ***IR*** نظيفة من الماء أو العرق أثناء تداولها بالأيدي ويجب تنظيفها بواسطة المذيبات العضوية فقط ولا تغسل بالماء لأنها تذوب فيه.

ويلاحظ أنه في حالة تقدير المواد السائلة النقية (بدون مذيب) تستخدم خلية مقارنة لا تحتوي على أي مادة، أما في حالة المحاليل فيوضع في خلية المقارنة نفس المذيب المستخدم في إذابة العينة ويراعي في المذيب أن يسمح بمرور الأشعة دون إمتصاص في منطقة القياس وأ ن لا يتفاعل مع المادة المذابة أو يكون معها روابط هيدروجينية، وعندما تكون العينة صغيرة جدا تستخدم خلايا دقيقة تسمى

ultra micro cavity celles مع مكثف للشعاع ***beam condenser*** [5].

II.4.3.3 العينات الصلبة :

عند دراسة المطيافية تحت الحمراء للمواد الصلبة فإنها تسحق في ه اون وتضغط في أقراص من بروميد البوتاسيوم أو كمعلق سائل عالي الوزن الجزيئي أي في صورة فيلم،فتحضر العينة بطحن (***5-2mg***) من العينة ثم يضاف إليها بعض النقط من زيت هيدروكربوني مثل النيوجول ***Nujol*** أومثل بوليمير وهو يختلف عن النيوجول في أنه مهلجن تماما ويحتوي على فلوروكلور ويستخدم عندما يحدث تداخل في إمتصاص الحزم الهيدروكربونية مع الطيف . وعموما يتميز النيوجول و ***Nujol et Flouluble*** بأنهما ليس لهما إمتصاص في المنطقة ($4000\text{-}250\ cm^{-1}$).

ويمكن تحضير العينة في صورة "قرص " مضغوط من مادة ***KBr*** أو هاليدات العناصر القلوية الأخرى عن طريق كبسها تحت ضغط مرتفع فتكون قرصا منفذا للأشعة، ويتم تحضير العينة بالخلط المتأني المتجانس لحوالي ***1mg*** من العينة الصلبة مع ***100mg*** من بروميد البوتاسيوم الجاف بواسطة طاحونة كروية ثم يكبس المخلوط تحت ضغط يصل إلى ($000.20\text{-}000.50\ \frac{lb}{in^2}$) [5].

II.4.4 وحدة قياس طاقة الأشعة:

يحتاج تقدير طاقة الأشعة تحت الحمراء إلى أجهزة قياس خاصة نظرا لانخفاض طاقة فوتونات هذه الأشعة وكذلك لا يمكن استخدام الخلايا الضوئية في قياس طاقة هذه الأشعة ولكن تستخدم أجهزة القياس الحراري .

عند امتصاص الأشعة من طرف وحدة القياس الحرارية ترتفع درجة الحرارة بقدر يتناسب مع طاقة الأشعة وعلى ذلك يمكن تقدير الانخفاض في طاقة الأشعة الناتجة عن الامتصاص نتيجة مرورها على العينة

ويجب أن تكون المادة المكونة لوحدات القياس الحراري ذات سعة حرارية صغيرة جدا حتى يمكن الكشف عن التغيرات الصغيرة في طاقة الأشعة المنخفضة.كما يجب أن تكون وحدة القياس الحراري معزولة تماما عن المحيط الخارجي حتى لا تحدث تأثيرات حرارية (انتقال حراري) من الوسط المحيط وتوجد ثلاثة أنواع من أجهزة القياس الحرارية

- ❖ المزدوجة الحرارية وهي الأكثر استخداما.
- ❖ خلية جولاي.
- ❖ مقياس الطاقة الحرارية الإشعاعية.

وأجهزة القياس الثلاث تستخدم لقياس الأشعة تحت الحمراء المتوسطة بالإضافة إلى أن خلية جولاي يمكنها أيضا قياس الأشعة تحت الحمراء البعيدة [5].

4.5.II وحدة التسجيل :

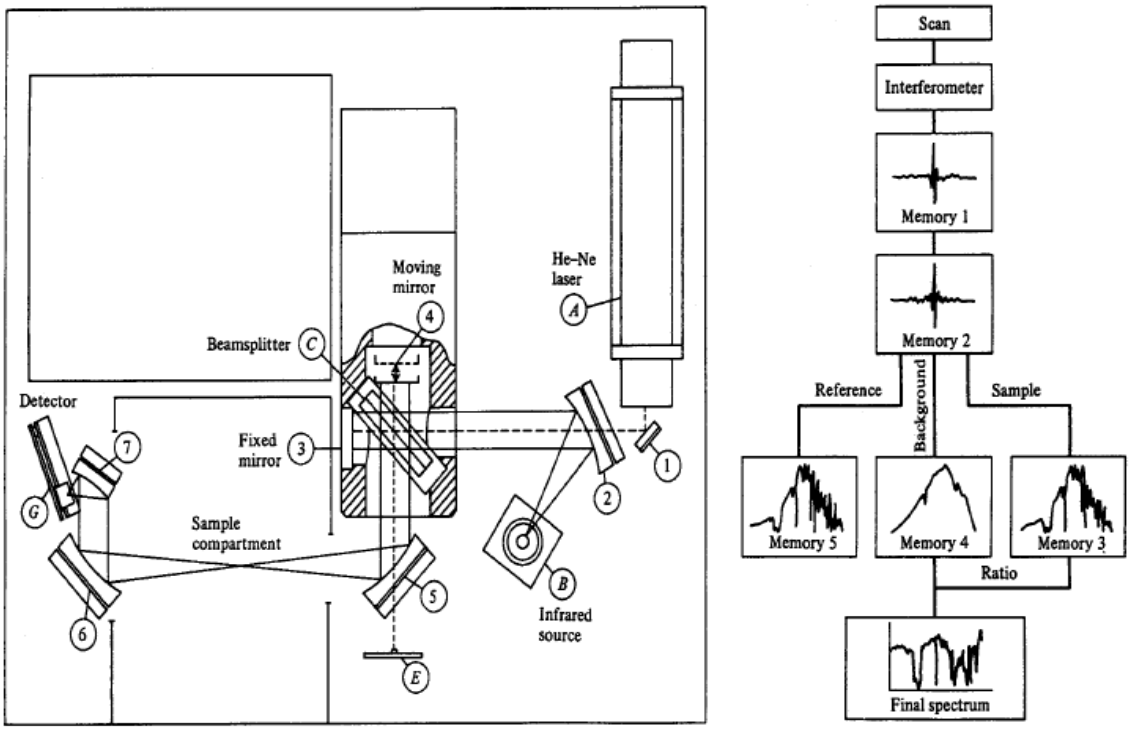
تستخدم وحدة التسجيل في أجهزة المطيافية تحت الحمراء لتقدير الامتصاص عند الأطوال الموجية المختلفة أو عند الأعداد الموجية المختلفة (cm^{-1}) وبذلك يمكن تسجيل طيف الامتصاص في المدى المرغوب ووحدات التسجيل هنا تشبه تلك المستخدمة في أجهزة مطيافية فوق بنفسجية – مرئية ومعظم أجهزة المطيافية تحت الحمراء ذات حزمتين لأن انخفاض طاقة الأشعة تحت الحمراء وعدم ثبات المصدر الضوئي ووحدة القياس وضرورة تكبير الإشارات الكهربائية أمر ضروري لهذه الأجهزة.

ويتم فصل أشعة المصدر إلى حزمتين متساويتين بواسطة مرآة متحركة وقاطع للضوء حيث تتأرجح أشعة المصدر بالتناوب بين خلية العينة والخلية المرجعية أو البلانك وفي النهاية يمر شعاع العينة بالتناوب إلى وحدة تحليل الأشعة [5].

5.II جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء المزود بمحول فورييه

يختلف $FTIR$ عن الجهاز العادي في أن مصدر الطاقة يكون مصدر الليزر أحادي اللون كما أنه لا يحتوي على موحد للموجات وعلى ذلك فإن الشعاع الساقط يحتوي على كل أطوال موجات الأشعة تحت الحمراء المتوسطة المدى $(5000 - 400cm^{-1})$ كما أن الجهاز مزود بمحول لكي يسهل دمجه مع أجهزة التحليل الكروماتوجرافي . كما يتميز جهاز $FTIR$ بأنه يقوم بتحليل العينات الصغيرة الحجم وبدرجة أسرع وأدق من الجهاز العادي كما أنه يعطي درجة تمييز عالية جدا [5].

عرف جهاز قياس الأشعة تحت الحمراء لفورييه $FTIR$ في عشر سنوات الأخيرة تطورا كبيرا فقد قدم الكثير من الإيجابيات [9].



الشكل (II-5) رسم تخطيطي لمسار الأشعة في جهاز الأشعة تحت الحمراء *FT-IR* .

6.II استخدامات طيف الأشعة تحت الحمراء

نظرا لكون كل رابطة من الروابط المختلفة تحتوي على تواتر طبيعي من الاهتزاز خاص بها، وبما أن رابطتين من نفس النوع يوجدان في مركبين مختلفين ستكونان في محيطين مختلفين، لذا فلا يمكن أن يحتوي جزيئان مختلفان على نفس نمط أو طيف إمتصاص تحت الأحمر.

ومع أن المركبين يمكن أن يمتصا بعض التوترات المتشابهة، إلا أنه من المستحيل أن يعطي جزيئان مختلفان نفس الطيف تحت الاحمر، وهكذا يمكن الاستفادة من هذه الخاصية كثيرا وبشكل دقيق في تمييز وتشخيص المركبات لأن كلا منها يعطي طيف تحت الأحمر الخاص به، كما يمكن من بصمة الإصبع تميز كل إنسان لأنه لا يمكن وجود شخصين مختلفين ببصمات متشابهة.

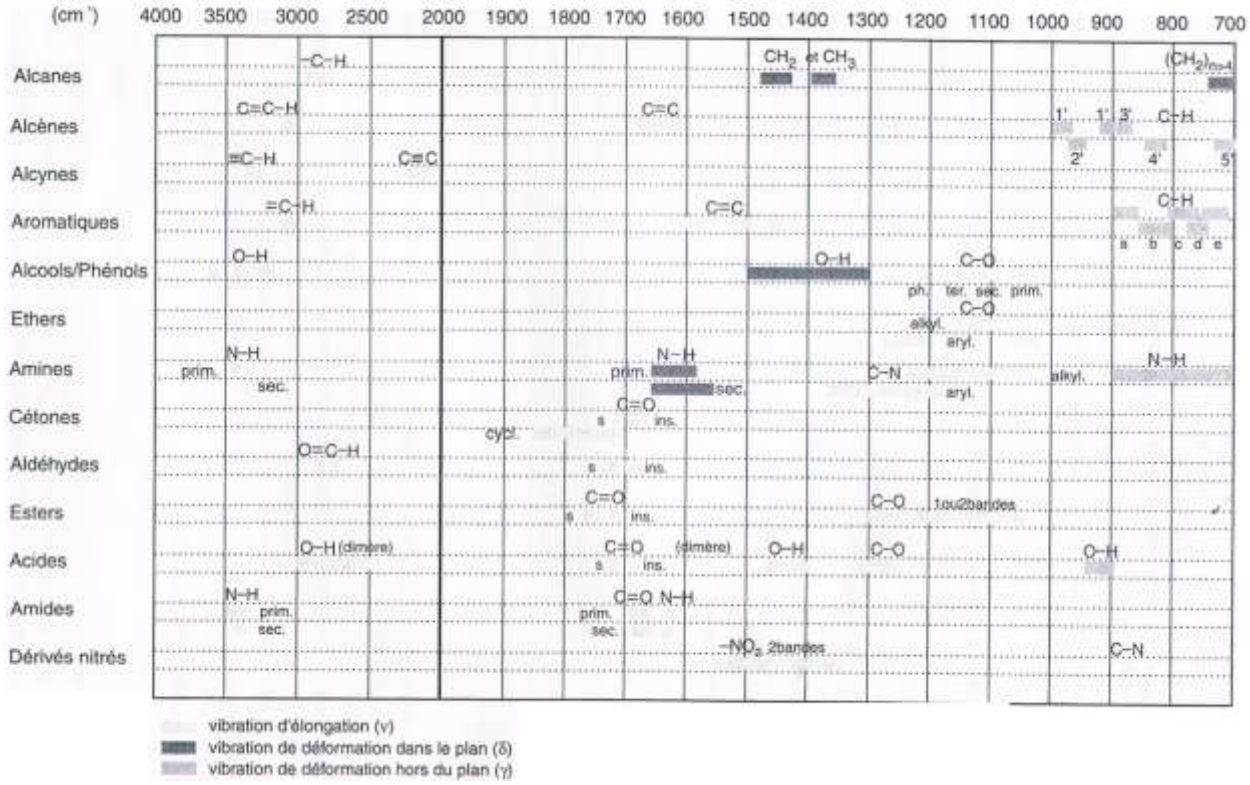
في حالة وجود نموذجين لمركبين نعتقد بأنهما من نفس المادة، فإن تحليلهما بواسطة الأشعة تحت الحمراء يظهر فيها إذا كانت لهما نفس الصيغة أم لا.

إن الاستخدام الثاني لطيف الأشعة تحت الحمراء هو الاكثر أهمية وذلك لاعطائه معلومات هامة ودقيقة حول بنية الجزيء.

فالمعروف أن الامتصاص لكل نوع من الروابط (المحتمل مصادفتها في المركب العضوي $C\equiv C, C=C, C\equiv N, N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O$ ....إلخ) توجد عادة بشكل منتظم في بعض الأجزاء فقط في المجال الاهتزازي لطيف الأشعة تحت الحمراء يمكن تحديد مجال ضيق من الامتصاص لكل نوع من الروابط المختلفة.

المجال الذي يقع خارجه إنما يعود إلى نوع أخر من الروابط . ونذكر على سبيل المثال أن أي امتصاص في المجال $3000 \pm 100cm^{-1}$ (أي حوالي 33.3μ) إنما يعود لوجود الرابطة $C-H$ في الجزيء، بينما الامتصاص في المجال $170 \pm 100cm^{-1}$ (أي حوالي $9.5\,\mu$) يعود عادة إلى وجود الرابطة $C=O$، أي مجموعة الكربونيل في الجزيء.

ولذا فإن كل نوع من الروابط له نفس مجال الامتصاص الدقيق ويظهر الشكل **(5-II)** طريقة انتشار امتصاص الروابط المختلفة في الطيف ما تحت الحمراء الاهتزازي[10].



الشكل (II-6) رسم تخطيطي يوضح انتشار وامتصاص الروابط المختلفة في طيف ما تحت الحمراء الاهتزازي.

الفصل الثالث

الدراسة التجريبية لمطيافية الأشعة تحت الحمراء

مقدمـــــــة

في الفصلين السابقين قدمنا نظرة و لو موجزة عن أسس و مبادئ و أيضا مطياف الأشعة تحت الحمراء ,و سنتطرق الآن إلى تطبيق هذه المفاهيم على مركب (ثنائي برومو الميزيتيلين).

1.III الأجهزة المستعملة في التجربة

- المجفف.
- جهاز الضغط.
- الميزان.
- جهاز ***IR Affinity***.
- المضخة.
- حاسوب مزود ببرنامج ***IR solution***.

2.III تحضير العينة

- ✓ نستعمل مادة الـ ***KBr*** كحامل للمادة المراد دراستها.لأنه لا يمتص في المجال المتوسط من طيف الأشعة تحت الحمراء.
- ✓ نزن كمية ***m=198mg*** من مسحوق ***KBr*** الذي تم تجفيفه قبل ***24*** ساعة في درجة حرارة ***80C°*** (تفاديا للرطوبة) نضيف له ***2 mg*** من المركب المراد دراسته (ثنائي برومو الميزيتيلين)
- ✓ نقوم بخلط المادتين وسحقهما بواسطة هاون.
- ✓ نضع هذا المسحوق في المكبس بشكل متساوي.
- ✓ نركب المكبس ونشغل المضخة مدة دقيقة لسحب الهواء.
- ✓ نغلق الصمام الجانبي ونفتح الصمام الأمامي حتى وصول الضغط إلى ***7.2*** طن.
- ✓ بعد مدة ***10*** دقائق تقريبا نخفض الضغط إلى الدرجة ***0*** .
- ✓ نخرج القرص الشفاف ونضعه في حامل العينة الصلبة.

وزن المادتين | وضع المسحوق في المكبس | تشغيل جهاز الضغط | وضع القرص الشفاف فى حامل العينة

الشكل (III-1) صور تحضير العينة.

3.III خطوات العمل بالجهاز

- ✓ نشغل الجهاز قبل الحاسوب قصد تعرف الحاسوب على الجهاز.
- ✓ نفتح البرنامج التابع للجهاز ***IR solution***.
- ✓ نضع العينة في الجهاز ***IR Affinity-1*** .
- ✓ ننقر على القياس ***Mesurement***.
- ✓ نتحصل على طيف ما تحت الاشعة الحمراء لهذا المركب وهو منحنى تغير الامتصاص بدلالة الطول الموجي.

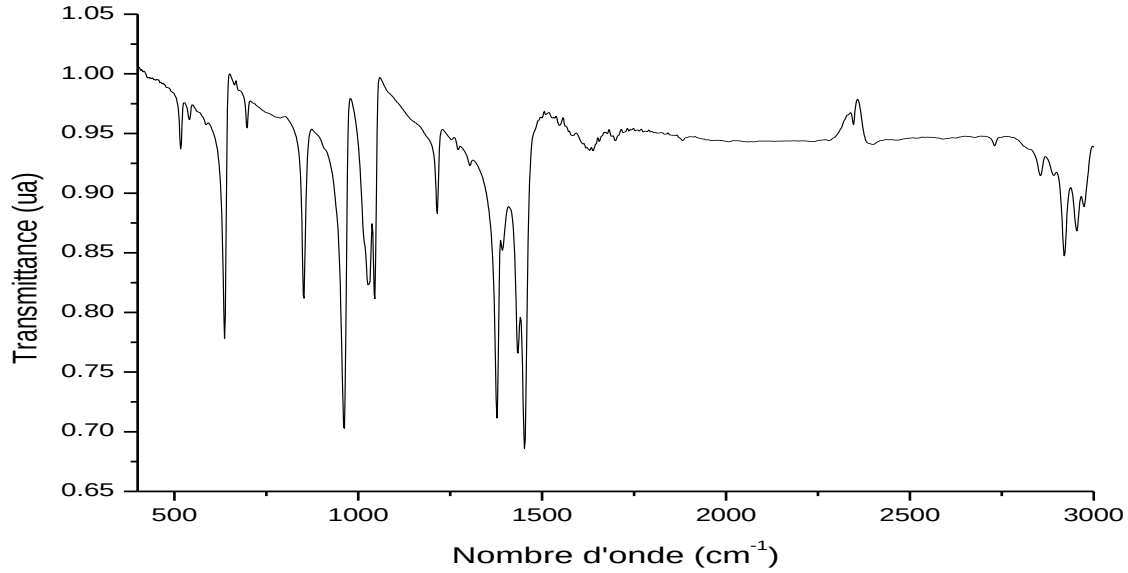
الشكل (III-2) جهاز مطيافية الأشعة تحت الحمراء IR Affinity – 1 المتطور.

- **<u>ملاحظة</u>**:

قبل إجراء التجربة على العينة (أي القرص المضغوط الذي يحتوي على ***KBr*** وثنائي برومو الميزيتيلين)، نجري تجربة باستخدام قرص يحتوي فقط على ال KBr كي يكون مرجعا عند القياس .

4.III تفسير الطيف

إن مخطط طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء للعينة مع التغير في طول الموجة للأشعة المارة يوضح في الشكل (***3-III***) .



الشكل (3-III) منحنى طيف الأشعة تحت الحمراء لمركب ثنائي برومو الميزيتيلين .

حيث نجد من المنحنى الامتصاصات التالية:

- ✓ ($500\text{-}600cm^{-1}$) المجموعة الوظيفية

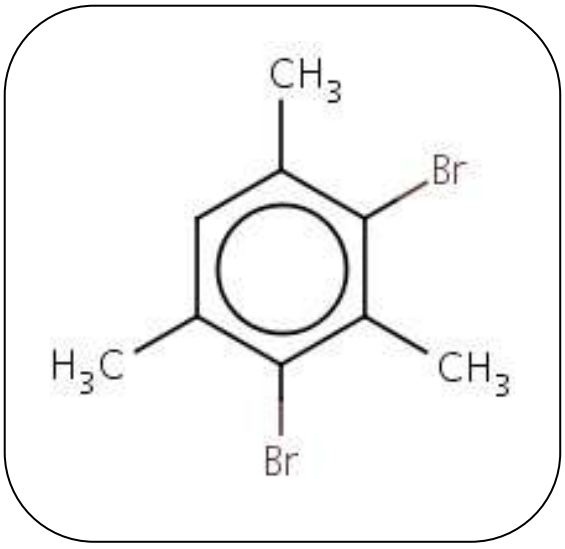
الموافقة لـ C-Br .

- ✓ ($698cm^{-1}$) تشوه حلقة بنزين .
- ✓ ($1600\text{-}1690cm^{-1}$) المجموعة الوظيفية

الموافقة لـ C=C .

- ✓ ($2820\text{-}3000cm^{-1}$) المجموعة الوظيفية

الموافقة لـ C-H .



الصيغة العامة لمركب ثنائي برومو الميزيتيلين .

خلاصة عامة

خلاصـــة عامة

لقد توصلنا في هذه الدراسة إلى أن لمطيافية الأشعة تحت الحمراء دورا كبيرا في معرفة الغالبية العظمى من المركبات العضوية والغير عضوية و أيضا التي تحتوي على روابط مشتركة تتميز بامتصاصها تواترات كهرومغناطيسية إشعاعية مختلفة في المنطقة تحت الحمراء من الطيف.

فامتصاص الأشعة تحت الحمراء يتطلب تواترات منتقاة تلائم بذلك تواترات الامتطاط والانحناء الاهتزازية في الروابط المشتركة الموجودة في اغلب المركبات . والمهم أن الروابط الوحيدة التي تحتوي عزم ثنائي القطب هي التي يمكنها امتصاص الأشعة تحت الحمراء . هذا ما توصلنا إليه في الدراسة النظرية.

أما الدراسة التجريبية التي قمنا بها على ثنائي برومو الميزيتيلين. فقد أعطت توافقا مع الجانب النظري حيث أشارت إلى حدوث امتصا صات في الطيف على توافق مع المادة المستخدمة في التجربة.

مما سبق ذكره اتضح لنا أن موضوع الدراسة عميق ويحتاج لدراسة أوسع للإحاطة به من كل الجوانب، وعليه فبحثنا هذا في مطيافية الأشعة تحت الحمراء لا يعد سوى تبيان بسيط لجل المفاهيم النظرية والتجريبية لهذا النوع الهام من المطيافية .

المـــراجـــــع

[1] تقنيات في التحليل الكيميائي . **د-أنور ذيب محمود الذيب- د- مؤيد قاسم العباجي – السيد محمد صالح الحاف** دار المسيرة للنشر و الطباعة و التوزيع .

[2] " Stuctures de couplage option originales pour les détecteurs infrarouge à puits quantiques" par: **Thomes Antoni**,Université paris Diderot paric7/2009

[3] Analyse chimie "méthode technique instrumentales-modern".par:**Francis houessac-Annich rouessac** .Liege 2005-36650.

[4] "Identification et typage par (micro) spectroscopie IR des levuers du genre candida d'origine chimique" par**: mohammed ESSENDOUBI** . 2007.

[5] أجهزة التحليل الطيفي الكروماتغرافي . **الأستاذ الدكتور أحمد خميس محمد سلامة**

مكتبة بستان المعرفة لطباعة ونشر وتوزيع الكتب .

] التحليل الطيفي"بإستعمال أطياف الأشعة فوق بنفسجية وتحت الحمراء " .**عبد الحميد زغداوي- وليد 6 [قصار**.ديوان المطبوعات الجامعية 04-2010 .

[7] www.hazem sakeek.com .

الدكتور حازم فلاح سكيك، منتدى الفيزياء التعليمي .2005

[8] " Cours de spectroscopie" Chapitre 1 par : **F.GUIDIR**

[9] " Identification Spectrométrique de composés organiques" par: **Kiemle,Webster,Silverstion**-de boesch et Larcier S.a,2007 Edition de Boesh Université.

[10] المطيافية والإصطناع الكيمياوي . **د-وفائي حقي . د-يحيى قدسي .** الديوان الوطني للمطبوعات الجامعية .

الملخــص

تعد مطيافية الأشعة تحت الحمراء أو ما يسمى بعلم الأطياف ما تحت الحمراء من أهم التقنيات المكتشفة لما لها من استعمال واسع في الأبحاث والصناعة كوسيلة بسيطة وموثوقة وفعالة الأشعة تحت الحمراء التي تشكل للقياس، وضبط الجودة. فهذه التقنية هي دراسة لتفاعل المادة مع جزءا من الطيف الكهرومغناطيسي و الدي يقع بين المجال المرئي ومجال أشعة الراديو.

و من أهم تطبيقات المطياف تشخيص المواد عن طريق الامتصاص و هو نوعان : المطياف ذو الحزمة الضوئية الواحدة و المطياف ذو الحزمتين الضوئيتين. و لقد أصبحت أدوات المطيافية الآن صغيرة الحجم، يمكن نقلها، واستخدامها في التجارب الميدانية.

Abstract

The infrared spectroscopy or the so-called infrared spectra science is one of the most important discovered technologies, because of its wide use in research and industry as a simple reliable and effective tool for measurements, and in quality control. Such technology is the study of the interaction of material with the infrared radiation which form an important part of the electromagnetic spectrum lies between the visible and the radio rays.

The most important application of the IR spectrometer is the substances diagnostic by absorption. There is two kinds of spectrometers; the single beam and the double beam spectrometer. Now these instruments are small, and can be transported , and used in field experiments.