المحاضرة الرابعة

الأشعة تحت الحمراء Infrared Spectrum

هي أشعة حرارية وتنبعث من كافة الاشياء من حولنا مثل الفرن او المصباح الحراري أو من الاحتكاك أو من تسخين أي جسم وتنبعث كذلك من اجسامنا وهي الاشعة التي تصلنا من الشمس ويشعر الجلد بالدفء عند التعرض إلى اشعة الشمس. ولهذا تستخدم الاشعة تحت الحمراء في بعض الاحيان لتسخين الطعام أو الابقاء عليه ساخناً.

يجب التأكيد على نقطة هامة وهي أن الاشعة تحت الحمراء القريبة لا تعد ساخنة ولا يمكن الشعور بها وهي التي تستخدم في أجهزة الرموت كنترول للتحكم بالاجهزة عن بعد. العديد من الاشياء تصدر اشعة تحت الحمراء مثل جسم الانسان والحيوان والنباتات وكذلك الكرة الأرضية والشمس والاجرام السماوية، هذه الاشعة ليمكن رؤيتها بالعين المجردة وباستخدام اجهزة خاصة تمكن الانسان من الرؤية في الظلام الدامس باستخدام هذه الاشعة.

تطبيقات الاشعة تحت الحمراء

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

الـــصـــنـــاعـــة: استخدمت الاشعة تحت الحمراء في بعض الافران الخاصة للطلاء الجاف للاسطح مثل الجلد والمعادن والاوراق والاقمشة. كذلك طور العلماء بعض النوافذ الخاصة المستخدمة في المكاتب والمنازل بحيث تعكس الاشعة تحت الحمراء وبهذا يمكن الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للمكاتب. كما يستخدم بعض المصورين افلام حساسة للأشعة تحت الحمراء للتصوير في الظروف التي ينعدم فيها توفر الاشعة المرئية اي التصوير في الظلام باستخدام طيف الاشعة تحت الحمراء.

تعني كلمة Infra تحت وهذا يعني اننا في منطقة الاشعة تحت الحمراء والتي ترددها اقل من تردد الاشعة الحمراء في الطيف الكهرومغناطيسي المرئي. الاجهزة التي تستخدم الاشعة تحت الحمراء يمكنها الرؤية في الظلام الدامس لأنها تعتمد على الاشعاع الحراري المنطلق من الاجسام.

يقع طيف الاشعة تحت الحمراء بين الطيف المرئي وطيف اشعة المايكروويف. تغطي الاشعة تحت الحمراء منطقة واسعة من الطيف الكهرومغناطيسي ككل.

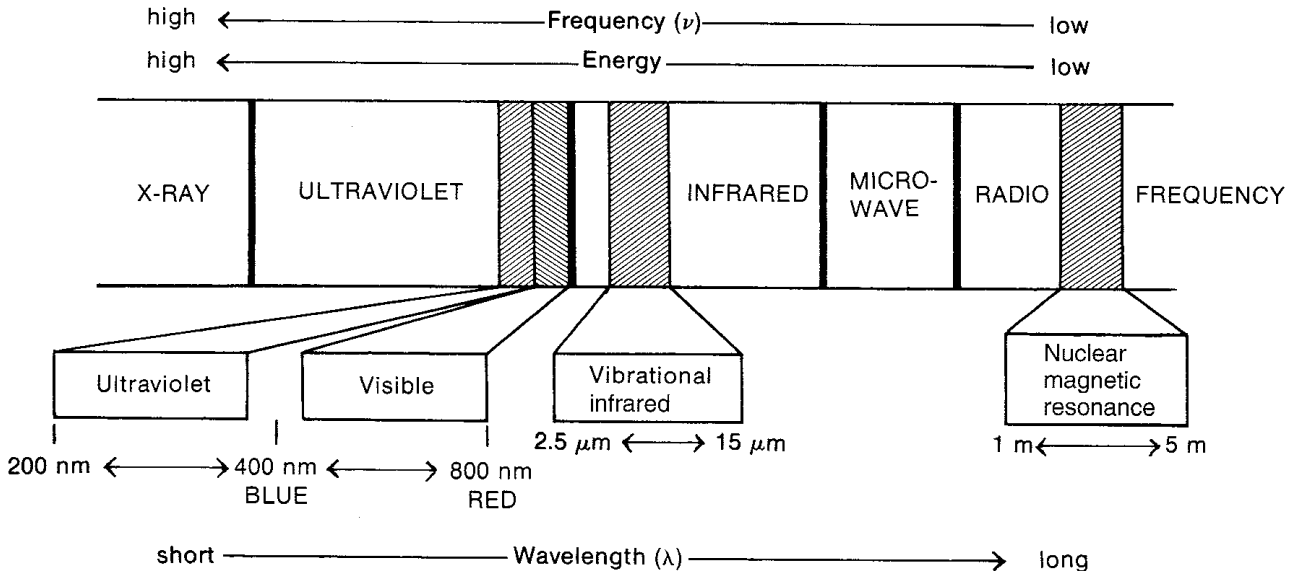
تستخدم أجهزة IR في تشخيص المركبات العضويه وذلك بمعرفة وجود المجاميع الفعاله الشائعه كمجموعة كاربونيل والنتريل وغيرها وكذلك معرفة نوع الاصره التي تربط بين الذرتين فيما اذا كانت مفرده او مزدوجه ومعرفة نوع البروتونات المرتبطه بذرات الكاربون فيما اذا كانت اليفاتيه او اروماتيه0

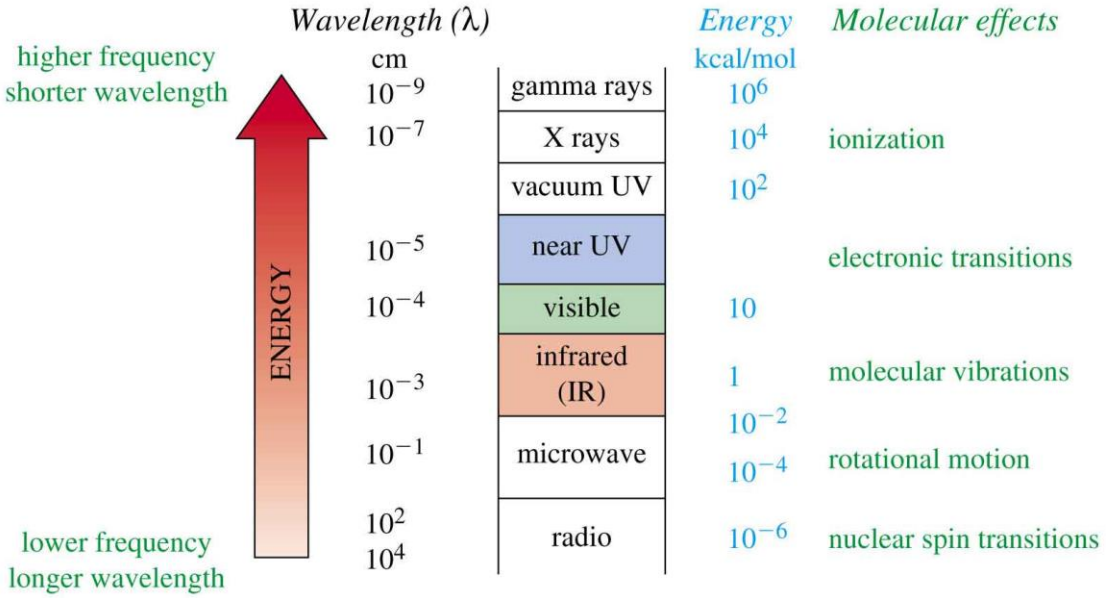
ان الاعتماد على طيف ال IR لوحدة في تشخيص المركبات العضوية لا ينفع دون الاستعانة ببراهين اضافية من الاطياف الاخرى للمركب نفسة , تضاف هذه التقنيه الى التقنيات الاخرى في تشخيص أي مركب عضوي مثل تقنيات UV,MMR,CHN,HPLC,MASS,وغيرها0

ألاشعه تحت الحمراء هي اشعه كهرومغناطيسيه تأتي بعد الاشعه المرئيه وقبل منطقة الموجات الدقيقه (micro wave)0

ان امتصاص المركب العضوي للاشعه تحت الحمراء يزودها بطاقه يمكن ان تؤثر في حركة الجزيئه الدورانيه والاهتزازيه معا0

جهاز الIRيتحسس شدة الامتصاص والطول الموجي الذي يحصل للجزيئه ثم تظهر حزم تمثل هذه الامتصاصيات والتي يمكن معرفة مواقعها اما من الطول الموجي (0.78 -100µ m)او العدد الموجي ($100- 4000cm^{-1}$) وان الجزء الذي يهم من هذا الشعاع في مجال الكيمياء العضوية ذو عدد موجي يتراوح بين ($666- 4000cm^{-1}$)
والشكل التالي يوضح موقع الشعاع ما تحت الحمراء من طيف الشعاع الكهرومغناطيسي .





وتقسم الاشعة تحت الحمراء إلى ثلاثة مناطق وهي على النحو التالي
الاشعة تحت الحمراء القريبة Near infrared وهي الاقرب إلى الاشعة المرئية وبالتحديد اللون الأحمر
الاشعة تحت الحمراء البعيد Far infrared وهي التي تكون الاقرب إلى اشعة المايكروويف
الاشعة تحت الحمراء الوسطى Med infrared وهي التي تقع بين المنطقتين السابقتين

الجدول التالي يوضح انتقالات الطاقة لكل منطقة من مناطق الطيف الكهرومغناطيسي

Region of Spectrum	Energy Transitions
X- ray	Bond breaking
Ultraviolet /visible	Electronic
Infrared	Vibrational
Microwave	Rotational
Radiofrequencies	Nuclear spin (nuclear magnetic resonance) Electronic spin (electronic spin resonance)

طيفية الأشعة تحت الحمراء-:

هي قياس شدة امتصاص الأشعة تحت الحمراء في منطقة تحت الحمراء الوسطية" mid-infrared " وهي المنطقة التي يبلغ طول الموجة فيها من ($4000\text{-}200\ cm^{-1}$, 2.5- 50 µm) .

الوحدة المستخدمة في أطياف IR هي (cm^{-1})، وهي وحدة تتناسب مع التردد وتساوي عدد الموجات في 1 سم.

لكن معظم الأوراق التي ترسم عليها الأطياف تُظهر تدريجياً مقابلاً بوحدة طول موجي كانت تستخدم الميكرون (µ)

ويرتبط امتصاص الأشعة تحت الحمراء باستحداث نقلة اهتزازية في الجزيئات وذلك من خلال إثارة إلكترونية في معظم المركبات العضوية ، وتكون هذه الإثارة كافية لإحداث اهتزازات امتطاط وانثناء في الروابط.. وجميع أنواع الروابط في المركبات العضوية تحدث فيها الاهتزازات ، فلذلك تمتص في منطقة الضوء تحت الأحمر بشرط أن يؤدي الامتصاص إلى تغير في العزم القطبي ، وهو ما يتحقق في الكثير من المركبات..

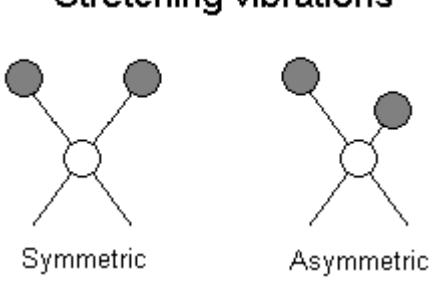
كيف تحدث هذه الاهتزازات ؟؟

كل مستوى طاقة الكتروني يرتبط بعدد معين من مستويات الطاقة الاهتزازية في الجزيء .وترتبط هذه الاهتزازات بالروابط الكيميائية في الجزيء وينظر إلى كل رابطة في الجزيء وكأنها زمبرك يرتبط بثقلين .. ويهتز الثقلان بشكل مستمر فمثلاً قد تستطيل الرابطة ثم تعود إلى الانكماش ..

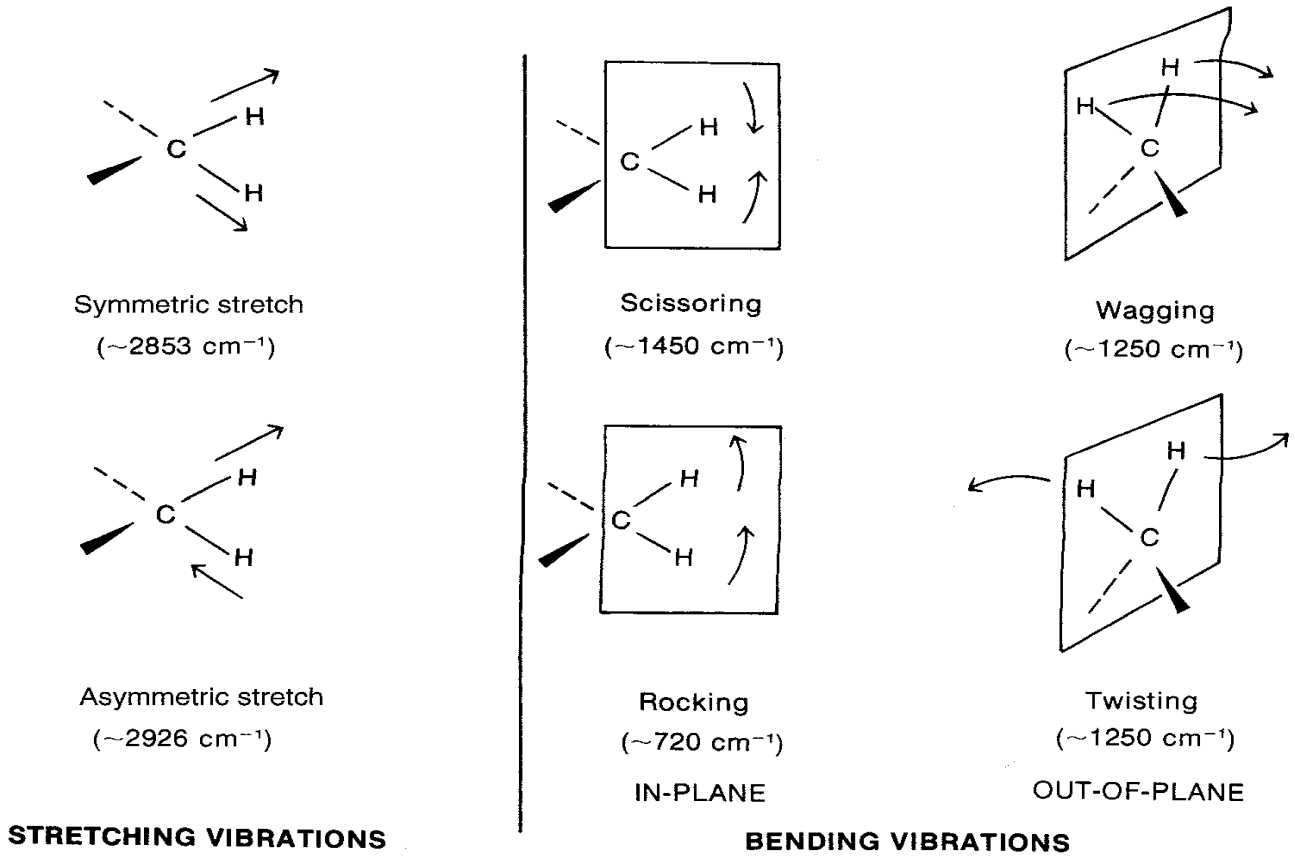
هناك نوعان من الترددات الاهتزازية الجزيئية : امتطاطية,مط (stretching)وحني (انحنائية bending)

فاهتزازات المط هو حركة ايقاعية على طول محور الاصرة بحيث ان المسافة الذرية البينية تزداد او تقل . اما اهتزاز الحني فيمكن ان يتكون من تغير في زاوية الاصرة بين اصرتين بذرة مشتركة او حركة مجموعة من الذرات بالنسبة لبقية الجزى دون حركة الذرات في المجموعة الواحدة بالنسبة للاخرى فاللوي twisting والتارجح rocking والهز wagging والقصقصة scissoring مثلا تتضمن تغير في زوايا الاصرة بالنسبة لمجموعة من المحور تختار اعتباطا ضمن الجزيء وبشكل عام اهتزازات الاستطالة (المط) تحدث بتردد اعلى من الهتزازات الانحنائية وكذلك الاهتزازات المطية غير المتماثلة asymmetric stretching vibrations تحدث اعلى تردد من الاهتزازات المطية المتماثلة symmetric stretching vibrations هناك أنواع متعددة للاهتزازات ومنها على سبيل المثال:

الاستطالة" stretching "



الانثناء" Bending " وهناك أربعة أنواع منها:
الروك, " Rocking " و الهز" Wagging " والالتواء " Twisting " والقصقصة" Scissoring "



ان مواقع الحزم التقريبية يمكن الحصول عليها حسابيا من المعادلة المشتقة من قانون هوك وهي :

$$\bar{\nu} = \frac{1}{2\pi c}\sqrt{\frac{K}{\mu}}$$

$$\bar{\nu}(\text{cm}^{-1}) = 4.12\sqrt{\frac{K}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{M_1 M_2}{M_1 + M_2}, \quad \text{where } M_1 \text{ and } M_2 \text{ are atomic weights}$$

$$K = \text{force constant in dynes/cm } [1 \text{ dyne} = 1.020 \times 10^{-3} \text{ g}]$$