جامعة تكريت
كلية التربية للبنات
قسم الكيمياء

التشخيص العضوي

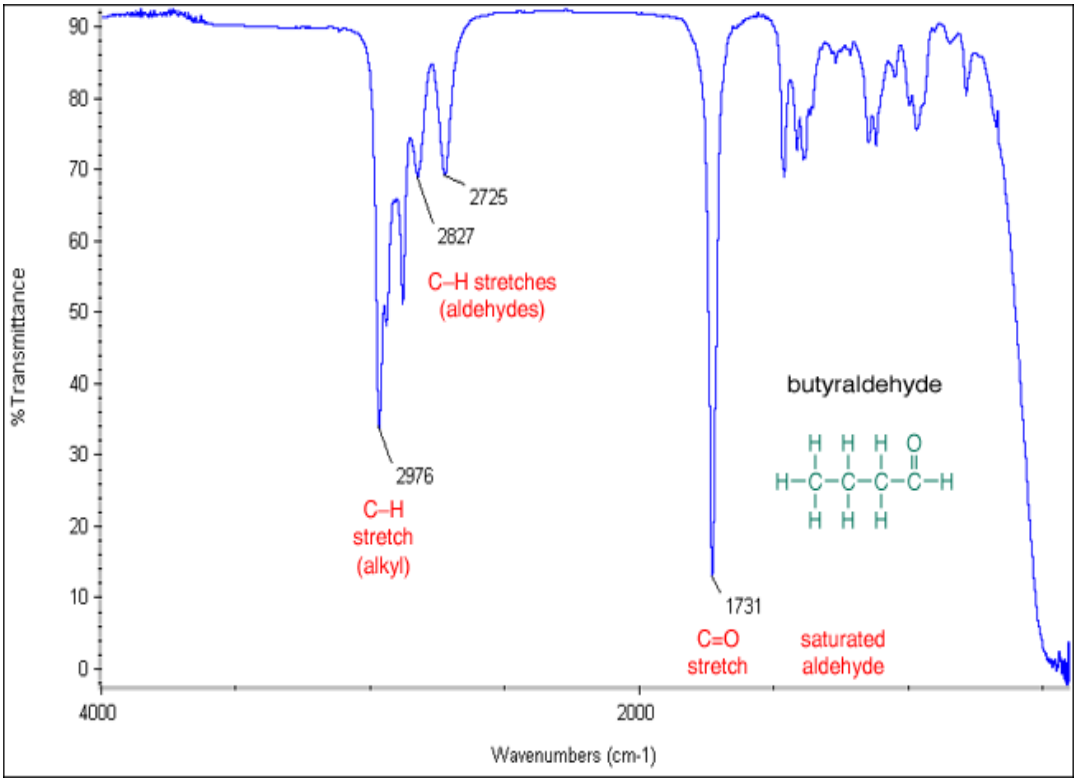
المحاضرة (2)

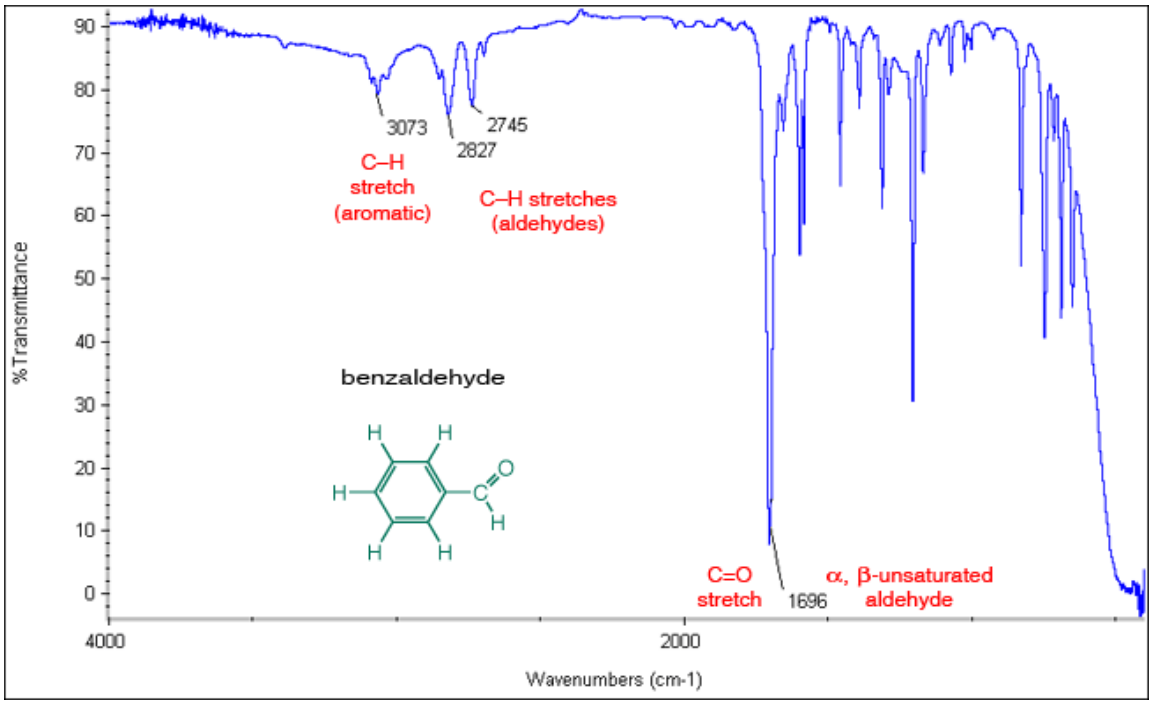
قيم امتزازات اواصر المجاميع الفعالة

أعـداد

أ.د. سلوى عبد الستار جبار

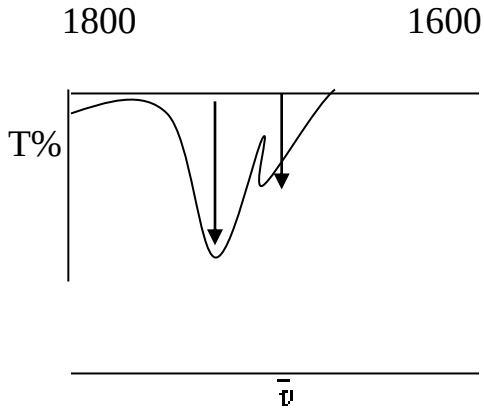
s.abd@tu.edu.iq


% Transmittance
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
4000
2000
Wavenumbers (cm-1)
2725
2827
C–H stretches
(aldehydes)
2976
C–H
stretch
(alkyl)
1731
C=O
stretch
saturated
aldehyde
butyraldehyde


% Transmittance
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
4000
2000
Wavenumbers (cm-1)
3073
2745
2827
C–H
stretch
(aromatic)
C–H stretches
(aldehydes)
benzaldehyde
C=O
stretch
1696
α, β-unsaturated
aldehyde

نلاحظ تردد مط الاصرة (C=O) في البنزالديهايد اقل ($\bar{\upsilon}$) بسبب ارتباطها بالآصرة المفردة وكذلك نلاحظ أن قمة امتصاص (C=O) قريبة نوعا ما من قمة امتصاص (C=C) وللتمييز بينهما نلاحظ أن قمة (C=O) تكون قوية وذات شدة عالية مقارنة بامتصاص (C=C) التي يكون اقل وكالاتي :

C=O C=C



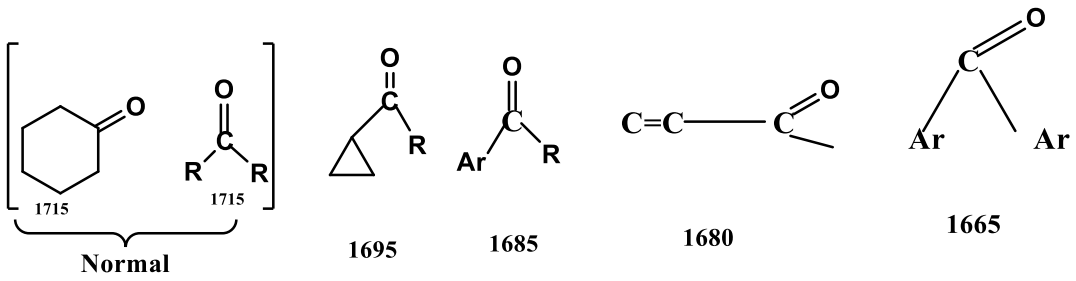
الكيتونات : Ketones

من مركبات الكاربونيل الأخرى هي الكيتونات التي تكون أما متجانسة مثل الأسيتون والبنزوفينون (CH_3COCH_3 , PhCOPh) أو غير متجانسة مثل فنيل مثيل كيتون ($PhCOCH_3$) . مجموعة الكاربونيل (C = O) تمتلك تردد مط في الكيتونات الاليفاتية عند ($1715Cm^{-1}$) ويختلف موقعها تبعا للمجاميع المجاورة لها كالاتي:

CH_3COCH_3 CF_3COCH_3 CF_3COCF_3 F-CO-F

$1725Cm^{-1}$ $1769Cm^{-1}$ $1801Cm^{-1}$ $1928Cm^{-1}$

وعند اقتران مجموعة الكاربونيل بآصرة مزدوجة أو مجاميع الفنيل مثل ألفا ، بيتا – غير مشبـــعة فان هــذه الحزمـــــــة تزاح نـــحو عدد موجـــي اقـــل (1666-1685 Cm^{-1}) .والجدول التالي يظهر ($\bar{\upsilon}$) الاصرة (C=O) المرتبطة بمجاميع ساحبة وواهبة وتأثيرها على موقعها



بصورة عامة يعطي طيف الكيتون القمم التالية التي تميزه :

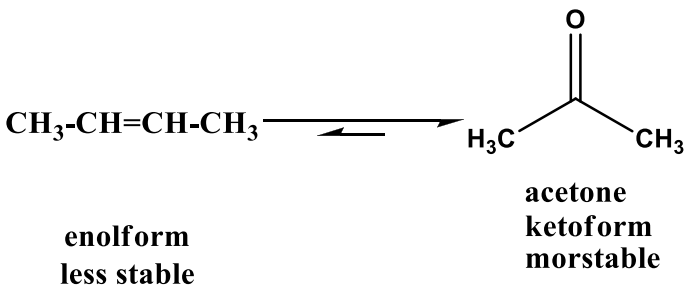
The spectrum of ketone is shown below :

C=O stretch:

aliphatic ketones 1715 Cm^{-1}

α, β-unsaturated ketones 1685-1666 Cm^{-1}

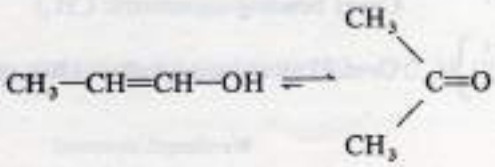
أن الكيتون يكون بشكلين هما keto form وهو الأكثر استقرار والثاني enol form وهو الأقل استقرارا كما في مثال الأسيتون C_3H_6O التالي :



أن التوازن بين حالتي الأسيتون يعطي طيف يظهر فيه أواصر الشكلين المتوازنين مع الأخذ بنظر الاعتبار حالة الاستقرار للشكل الكيتوني وهي المعول عليها في تشخيص المركبات الكيتونية وكمايلي :

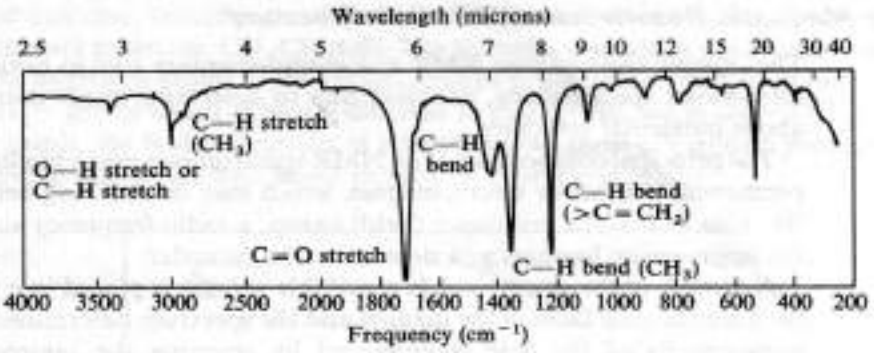
Acetone, $(CH_3)_2C{=}O$

Acetone exists in dynamic equilibrium with its tautomer, the enol, the latter being present in only small proportions.

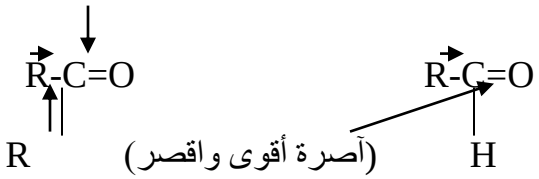


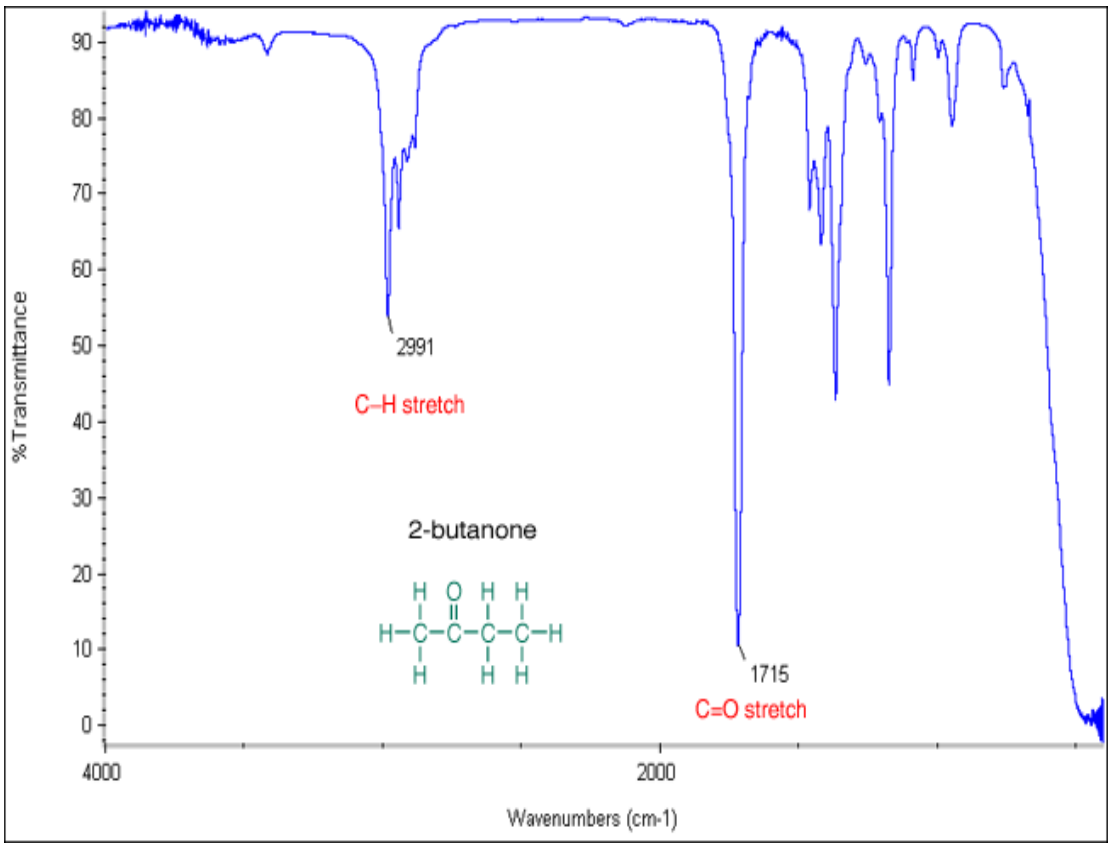
This phenomenon gives rise to infra-red absorptions for both isomers.

3410 cm^{-1}	Could be either O—H stretching or C—H stretching of H—C≡C
3000 cm^{-1}	C—H stretching (CH_3)—shifted owing to adjacent C=O group
1720 cm^{-1}	C=O stretching of aliphatic ketone
1420 cm^{-1}	C—H deformation—displaced owing to adjacent C=O groups
1360 cm^{-1}	C—H bending (CH_3 adjacent to C=O group)
1220 cm^{-1} 1095 cm^{-1} 900 cm^{-1}	Probably C—H bending of $>C{=}CH_2$, which is present in small amounts

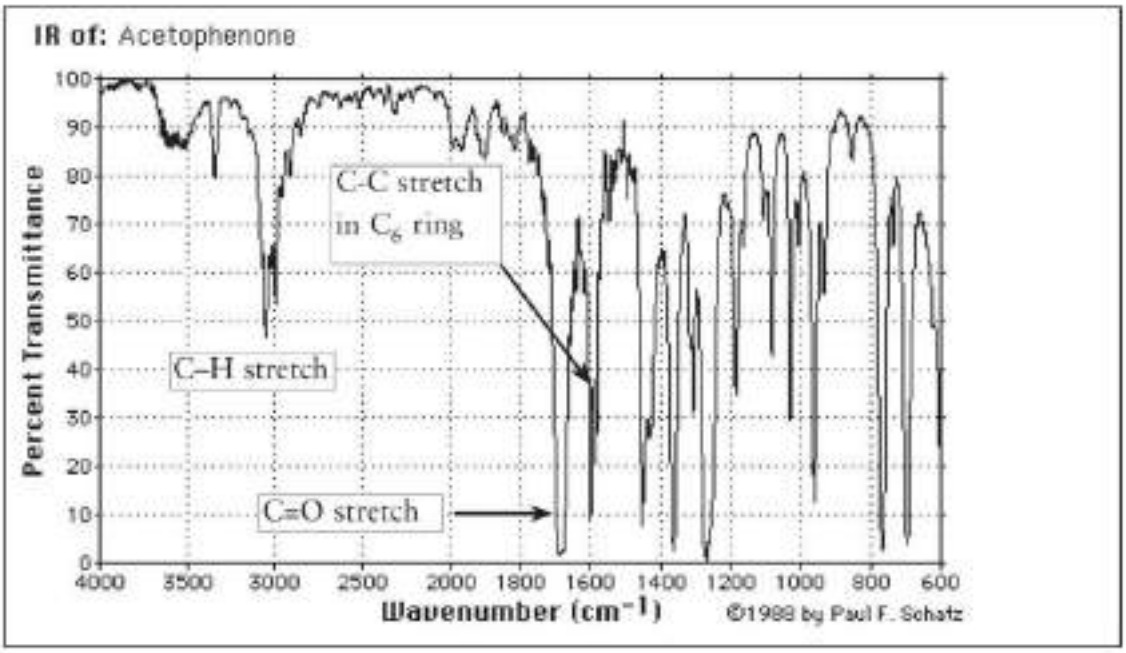


مثال : يظهر 2- butanone الترددات التالية في طيف IR علما انه من الكيتونات الاليفاتية المشبعة، تردد مـــط مجموعـــة الكاربونيل عند (1715 Cm^{-1}) وكذلك تردد مط (C – H) أليفاتي(مجاميع الالكيل) قرب (2991 Cm^{-1}) .أن الكيتونات تظهر ($\bar{\upsilon}$) اقل من الالديهايدات بسبب تأثير الحث الواهب لمجموعتي R وهذا التأثير يضعف من قوة الآصرة (C=O) فيعطي ($\bar{\upsilon}$) اقل . (آصرة اضعف وأطول)





أما في حالة الكيتونات الاروماتية أو الغير متجانسة تظهر إضافة إلى ترددات مط (C=O) والآصرة (C-H) الاليفاتي ترددات الحلقة الاروماتية (C-H aromatic , C=C) ويصبح الطيف أكثر تعقيدا من الكيتون الاليفاتي كما موضح في طيف acetophenone C_8H_8Oالتالي:-



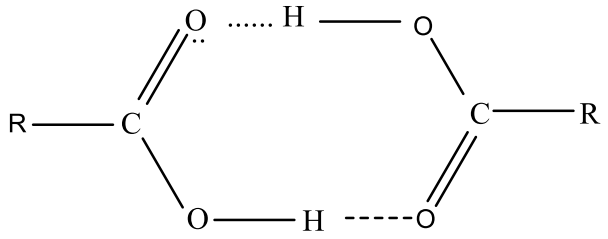
في طيف الاسيتوفينون نلاحظ تردد مط الآصرة (C-H) اليفاتية لمجموعة المثيل تقع في أقل من $3000Cm^{-1}$ وتردد مط (C-H) اروماتي في أعلى من $3000Cm^{-1}$ وكذلك لاحظ نقصان تردد مجموعة الكاربونيل عما هي عليه في حالة الكيتون الاليفاتي بسبب وجود الحلقة الاروماتية التي تدخل في حالة التعاقب مع مجموعة الكاربونيل والتي يجعلها آصرة مفردة إضافة إلى ظهور تردد مط الآصرة المزدوجة للحلقة (C=C) عند $1599Cm^{-1}$.

الحوامض الكاربوكسيلية: Carboxylic Acids

الحوامض الكاربوكسيلية تظهر تردد مط مجموعة هيدروكسيل الحامض (O-H) في طيف IR كقمة قوية وواسعة إضافة إلى حزمة تردد مط مجموعة الكاربونيل (C = O) وهذا مايميزها عن باقي مركبات الكاربونيل. مجموعة هيدروكسيل الحامض تظهر بشكل واسع جدا في منطقة تردد مط (2500 – 3300 Cm^{-1}) تردد (3000Cm^{-1}) كمدى تمركز وهذا التردد مشابه إلى تردد مط مجموعة (C-H) لكل من المركبات الاليفاتية والاروماتية وهذا يعني ممكن تداخل تردد مط (O-H) مع (C-H) أليفاتي أو اروماتي .أما مجموعة الكاربونيل للحامض الكاربوكسيلي فتظهر عند تردد مط (1690 – 1760 Cm^{-1}) الموقع المضبوط لتردد مجموعة الكاربونيل يعتمد على الحامض أن كان مشبع أم غير مشبع ، أن سبب أعطاء الآصرة (O-H) كاربوكسيلية طيفا مختلفا في المظهر عن طيف (O-H) الكحولي يعزى إلى أن الحوامض الكاربوكسيلية تكون أواصر هيدروجينية وتتكـــتل بشـــكل مزدوجـــات (dimmer) وبالتالي تضعف الآصرة

(C=O) وتقلل قيمة k وتؤدي إلى نقصان في ($\bar{\upsilon}$) حسب قانون هوك:-

$$\bar{\upsilon} = 1/2\pi \sqrt{k/\mu}$$



هنا ممكن ملاحظة تردد مط مجموعة (C – O) التي تظهر بين (1210 – 1320 Cm^{-1}) إضافة إلى ظهور تردد انحناء (O-H) عند المنطقة المحصورة بين (1395 – 1440 Cm^{-1}) و

(910–950Cm^{-1})

The spectrum of carboxylic acids are shown below.

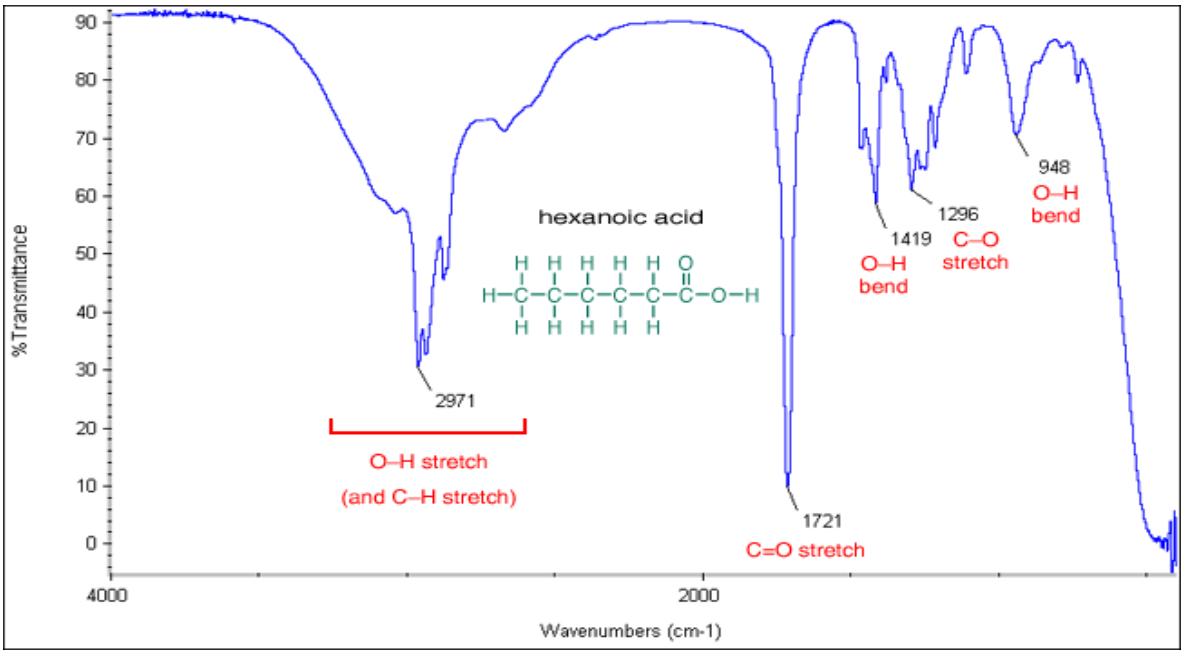
O–H stretch from 3300-2500 Cm^{-1}

C=O stretch from 1760-1690 Cm^{-1}

C–O stretch from 1320-1210 Cm^{-1}

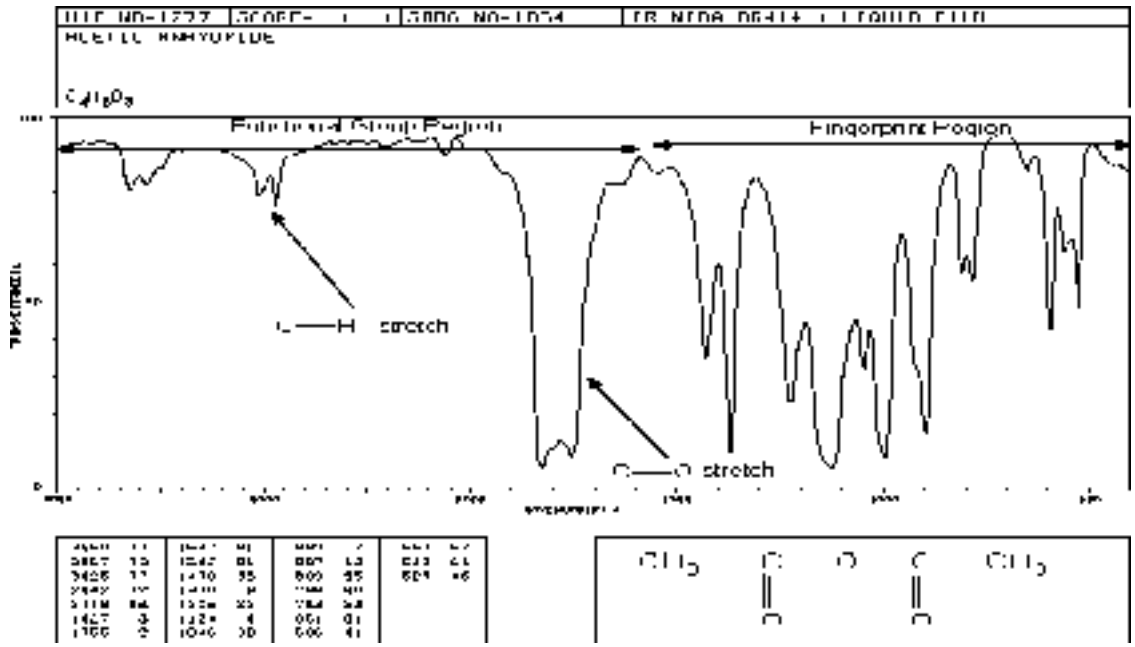
O–H bend from 1440-1395 and 950-910 Cm^{-1}

مثال : نلاحظ من طيف IR لحامض الهيكسانويك تردد مط (OH) متداخلة مع تردد مط(C-H) أليفاتي عند (2500 – 3300 Cm^{-1}) كذلك تردد مط مجموعة الكاربونيل عند (1721 Cm^{-1}) وتردد مط (C – O) عند (1296 Cm^{-1}) وتردد انحناء(O-H)عند(1419, 948Cm^{-1}) .



أما في حالة acetic anhydride فان طيف IR له يظهر تردد مط مجموعة الكاربونيل(C=O) المتناظر والغير متناظر عند ($\bar{\nu}$) أعلى مما للحوامض الكاربوكسيلية كالآتي .

Acetic Anhydride - Infra Red Spectrum



الاسترات: Esters

تظهر الاسترات الاليفاتية في طيف IR تردد مط (C = O) بين ($1735 - 1750\ Cm^{-1}$) بينما تظهر الاسترات (unsaturated esters – α , β) بين ($1715 - 1730\ Cm^{-1}$) وكذلك تردد مط الآصرة (C – O) بقمتين أو أكثر في المنطقة بين ($1000 - 1300\ Cm^{-1}$) من طيف IR وهناك عدة عوامل تؤثر على موقع تردد مط مجموعة الكاربونيل منها:

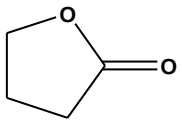
1- التعاقب مع R يزيح القمة إلى اليمين كما في مركب methylmethaacryla .

$$CH_2=C(CH_3)-COOCH_3 \qquad 1720Cm^{-1}$$

2- التعاقب مع (O) في R^- يزيح الامتصاص نحو اليسار.

3- الشد الناتج من الحلقة يزيح القمة نحو اليسار كما في طيف المركب

γ-butyro lactone $1765Cm^{-1}$



The spectrum of esters are shown below.

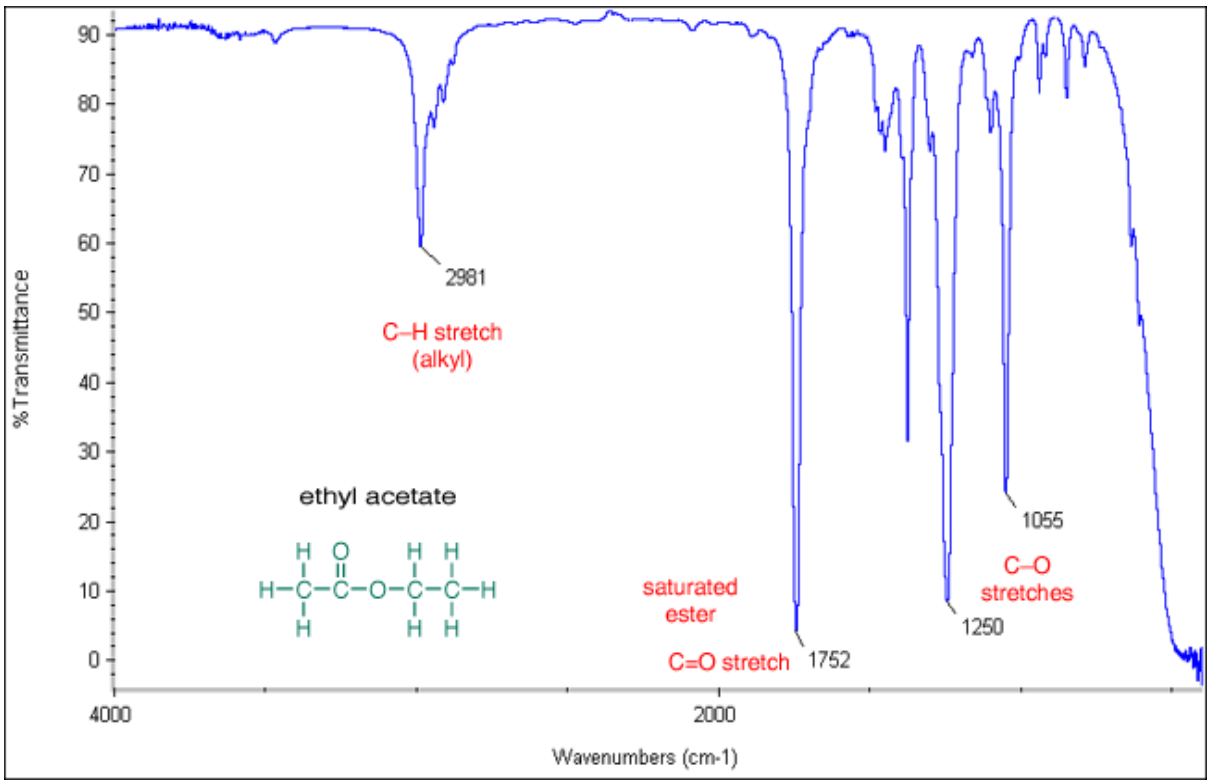
C=O stretch

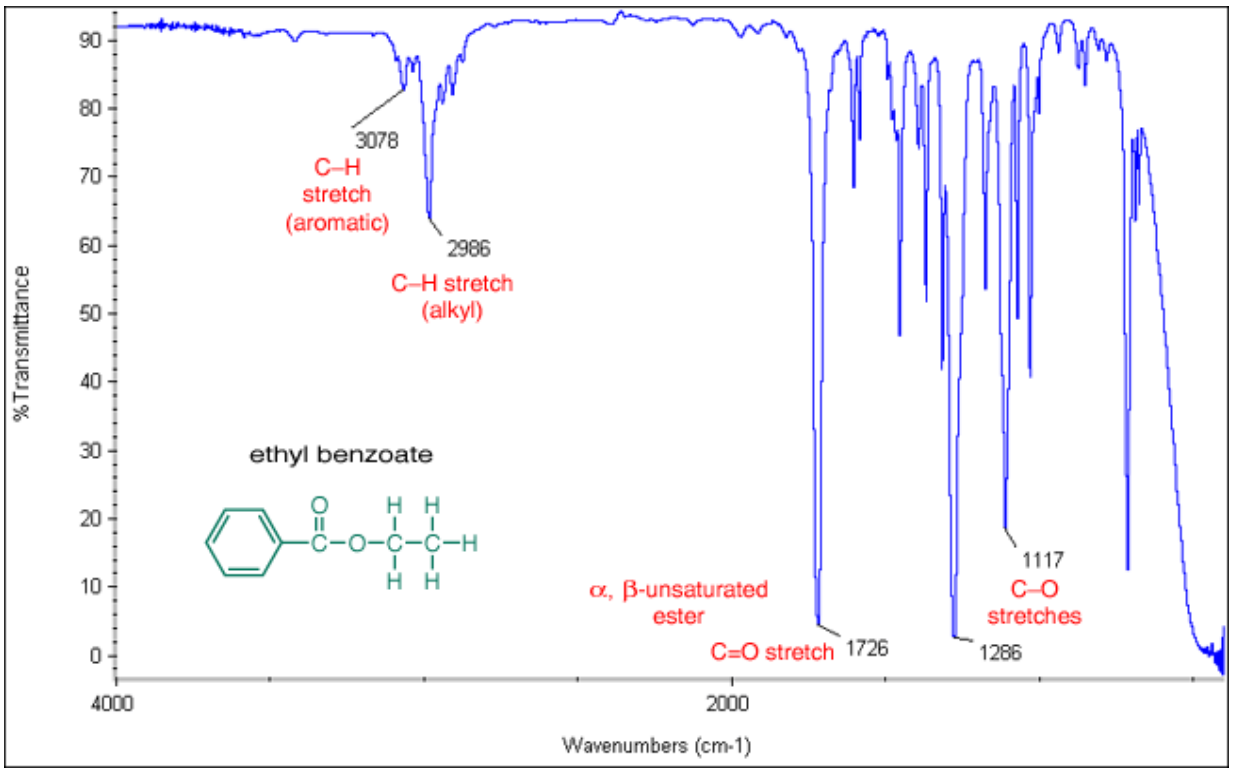
aliphatic from 1750-1735 Cm^{-1}

α, β-unsaturated from 1730-1715 Cm^{-1}

C–O stretch from 1300-1000 Cm^{-1}

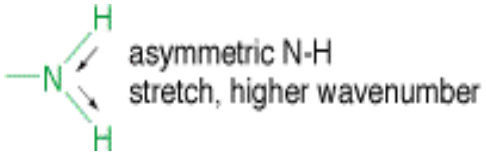
مثال : نلاحظ طيف IR لـ (ethyl acetate) وهو استر أليفاتي ، تردد مط مجموعة الكاربونيل (C = O) عند (1752Cm-) مقارنة بالمركب (ethyl benzoate) وهو استر غير مشبع(α , β – unsaturated esters) الذي تظهر فيه تردد مط (C = O) عند ($1726Cm^{-1}$) وكذلك ملاحظة تردد مط (C – O) عند ($1000 – 1300Cm^{-1}$).

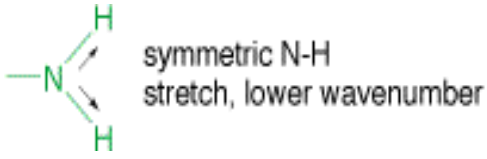




الأمينات : Amines

الأمينات تمتلك المجموعة الفعالة (NH_2) بصورة عامة تردد مط (N – H) للأمينات يظهر في طيف IR عند (3000 -3300 Cm^{-1}) بشكل قمة ضعيفة وحادة (علما في هذه المنطقة من طيف IR يظهر تردد مط (O-H) الكحولي) بالنسبة للامين الأولي primary amine (RNH_2) تظهر قمتين في هذه المنطقة أحداها للمـــط المتمـــاثل (symmetric N-H) والثانـــية للمـــط غـــير المتمـــاثل (asymmetric N-H) وهو الأعلى عدد موجي .





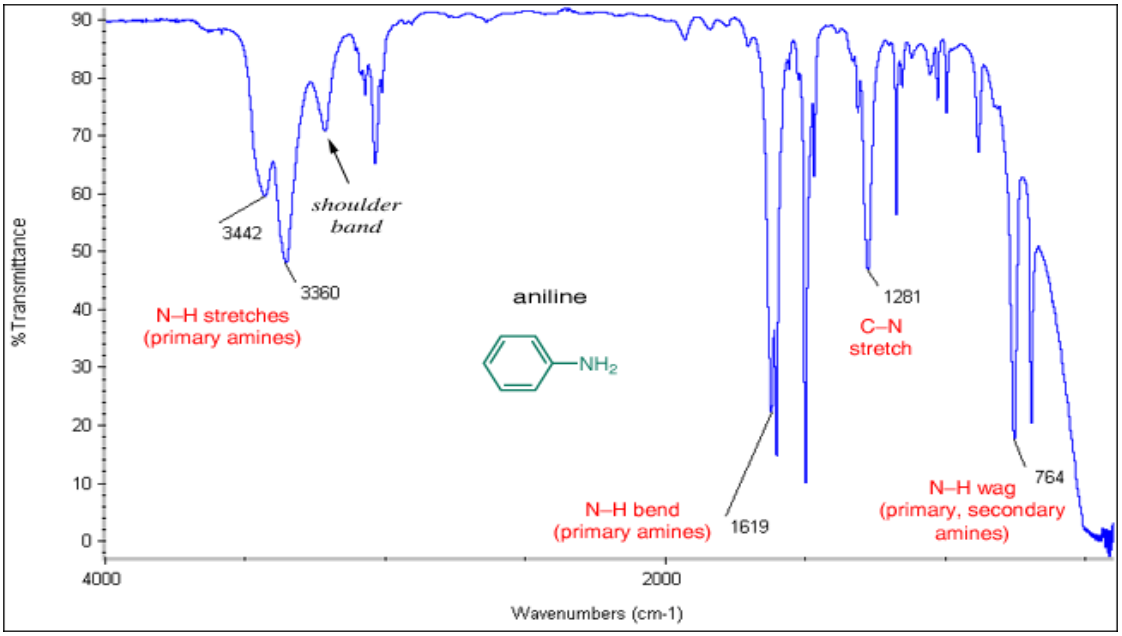
أما الأمين الثانوي secondary amine (R_2NH) يظهر قمة ضعيفة واحدة فقط عند (3000 - 3300 Cm^{-1}) بسبب وجود آصرة واحدة (N-H) وفي حالة الأمين الثالثي Tertiary amine (R_3N) لايظهر أي تردد لعدم احتواءه على الاصرة (N – H) .

ملاحظة : عادة تظهر قمة كتف (shoulder band) بعدد موجي قليل بالنسبة للأمينات السائلة (الاولي والثانوي) كنتيجة لحزمة انحناء (N-H).يظهر تردد انحناء bending (N-H) في الأمين الاولي عند (1580 – 1650 Cm^{-1}) وتكون قمة حادة جدا وعادة بالنسبة للامين الثانوي لانلاحظ ظهور هذه الحزمة أما الأمين الثالثي فلاتظهر الحزم الأخرى التي ممكن إن يشاهد ظهورها للأمينات في طيف IR في المنطقة (665 – 910 Cm^{-1}) بقمة قوية وواسعة كنتيجة تردد انحناء ارتجاجي(oop) لـ (N-H) كذلك ظهور تردد مط (C – N) للامين الاليفاتي بقمم متوسطة إلى ضعيفة عند (1020 – 1250 Cm^{-1}) ، أما في الامينات الاروماتية عادة تكون الحزمة قوية عند منطقة IR (1250 – 1335 Cm^{-1}) .

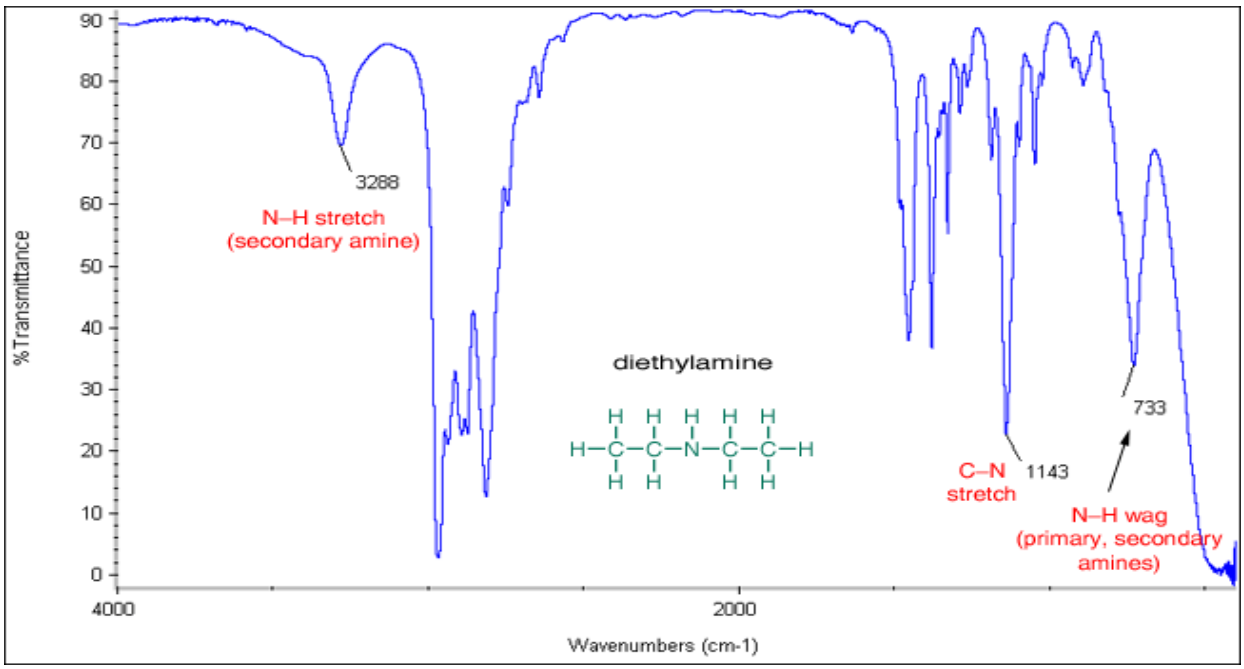
The spectrum of amines are shown below.

- N–H stretch 3400-3250 Cm^{-1}
  - 1° amine: two bands from 3400-3300 and 3330-3250 Cm^{-1}
  - 2° amine: one band from 3350-3310 Cm^{-1}
  - 3° amine: no bands in this region
- N–H bend (primary amines only) from 1650-1580 Cm^{-1}
- C–N stretch (aromatic amines) from 1335-1250 Cm^{-1}
- C–N stretch (aliphatic amines) from 1250–1020 Cm^{-1}
- N–H wag (primary and secondary amines only) from 910-665Cm^{-1}

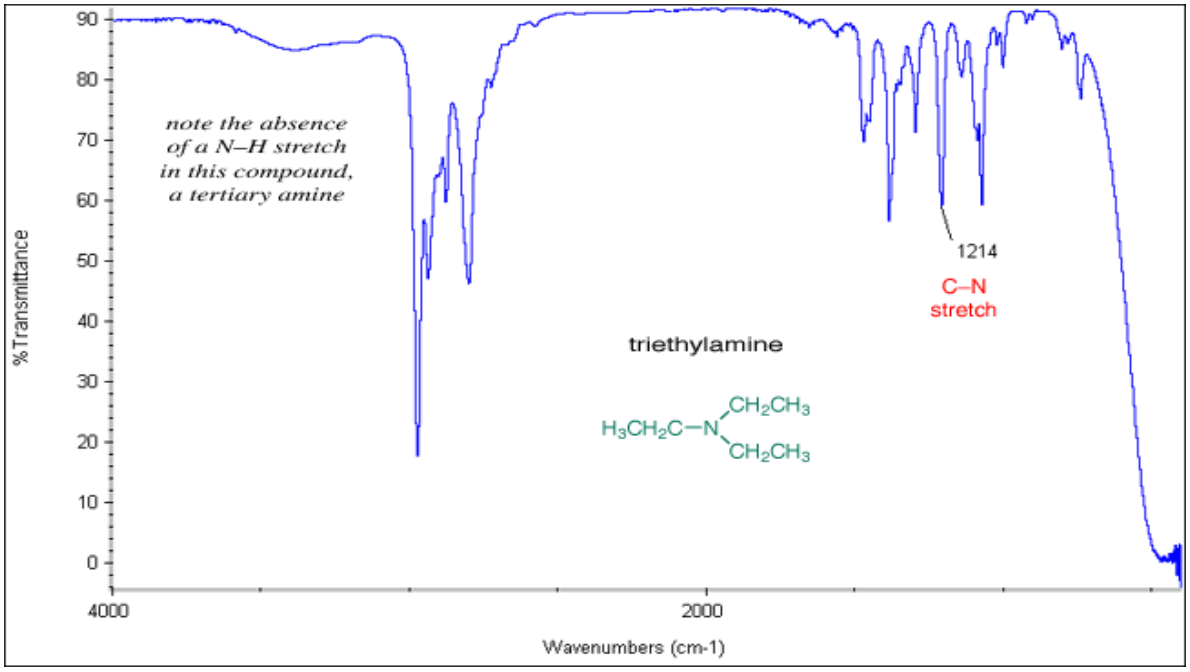
مثال : فيمايلي طيف IR للانيلين ($PhNH_2$) وهو امين اروماتي أولي الذي اظهر التالي : قمتين تعودان لترددي المط المتماثل والغير متماثل لـ (N – H) عند (3442,3360 Cm^{-1}) ونلاحظ قمة كتف على يمين هذين الترددين التي هي كنتيجة لنغمة توافقية (overtone) لانحناء الاصرة (N – H). نلاحظ ظهور تردد مط (C – N) عند (1281 Cm^{-1}) ونلاحظ ظهرت بعدد موجي قليل لان الانيلين مركب اروماتي وكذلك ظهور تردد انحناء (N – H) عند (1619 Cm^{-1}) .



أما في حالة ملاحظة طيف IR لـ (diethyl amine) كمثال للامين الثانوي يظهر تردد مط (N – H) عند (3288 Cm^{-1}) وبقمة واحدة وهذا أهم مايميز الأمين الثانوي عن الاولي الذي يظهر قمتين كما في مثال الانيلين .كذلك نلاحظ ظهور تردد مط (C – N) عند (1143 Cm^{-1}) إضافة إلى ظهور تردد انحناء ارتجاجي لـ (N – H) عند (733 Cm^{-1}) .



وفي حالة الأمين الثالثي نلاحظ طيف IR للمركب Triethyl amine عـدم ظهـور أي قمـة لـ (N-H) ولا تردد انحناء ارتجاجي لها لعدم وجود هذه الآصرة أصلا . لاكن ظهور تردد مط (C –N) عند(1214 Cm^{-1}).



مجاميع النايترو: Nitro Groups

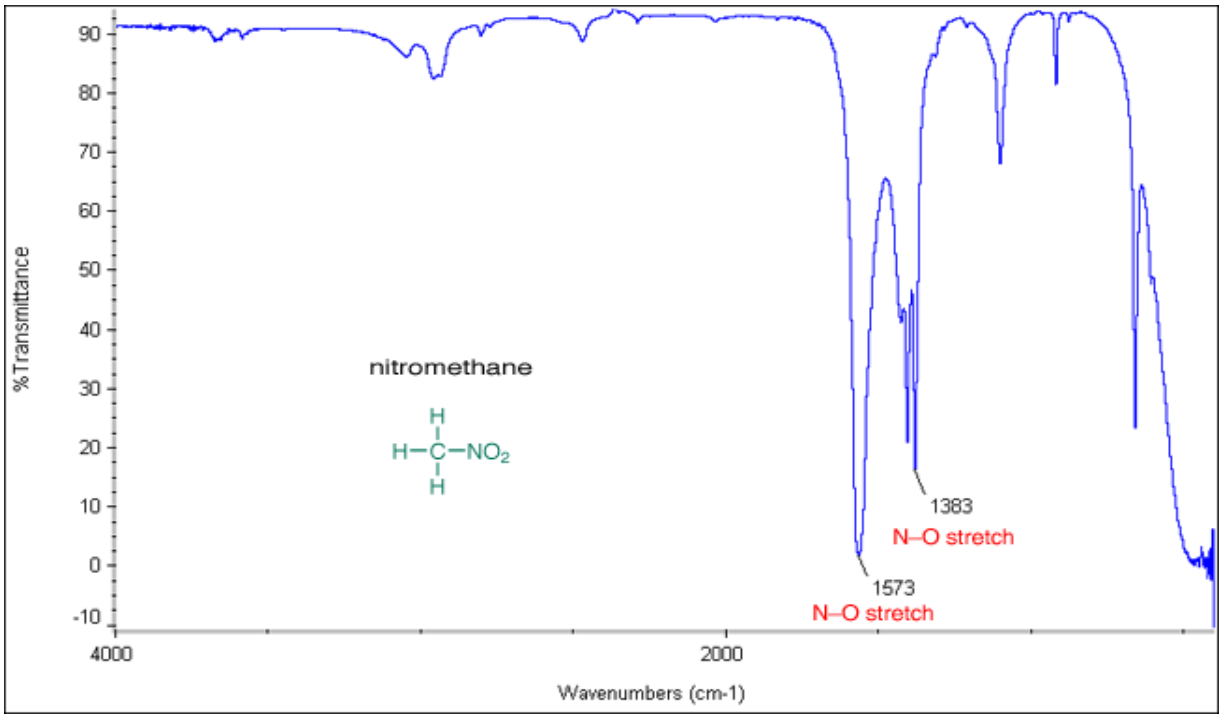
تردد الآصرة (N – O) يميز هذه المركبات حسب عوائلها حيث أن تردد مط (N-O) لمركبات (nitro alkanes) تظهر قرب (1550 Cm^{-1}) هذه للمط غير المتماثل أما المط المتماثل فيظهر عند (1365 Cm^{-1}) ، في حالة ارتباط مجموعة النايترو بحلقة اروماتية فان تردد مط (N- O) يقل أي يعطي (wave numbers) اقل ويظهر عند (1550 – 1475 Cm^{-1}) و (1290 – 1360 Cm^{-1}) .

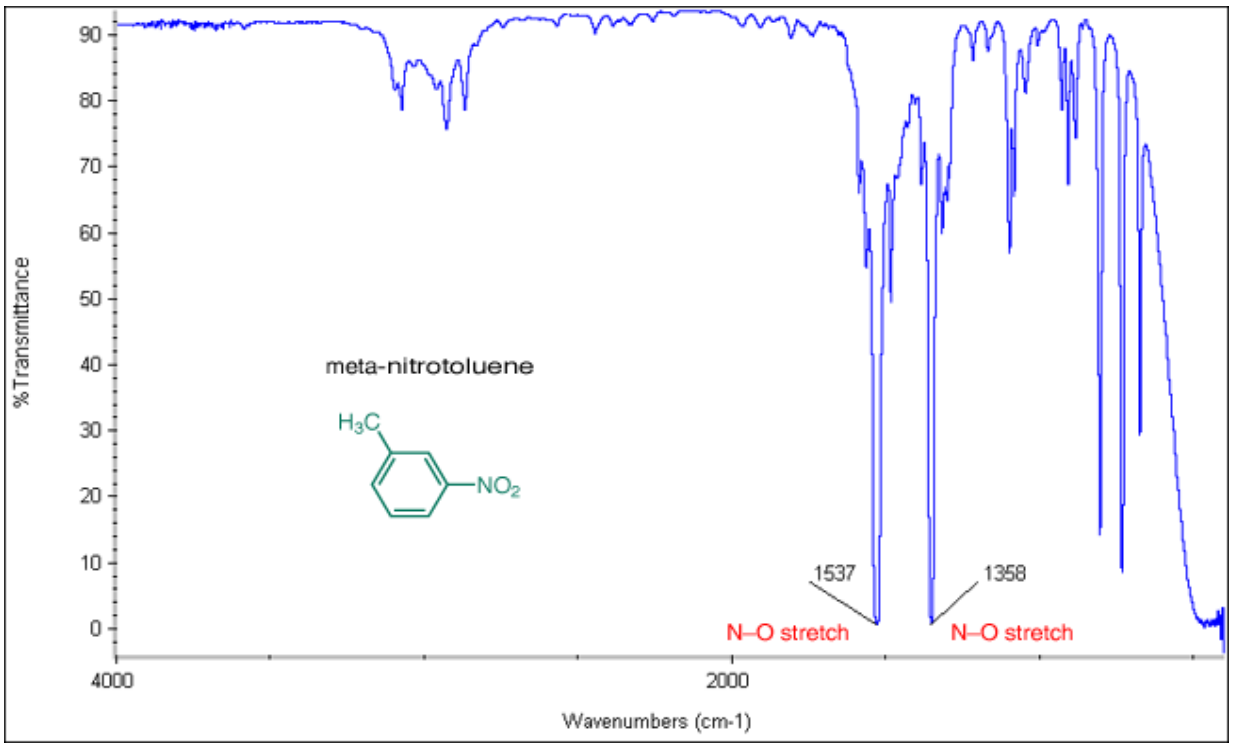
The spectrum of amines are shown below.

N–O asymmetric stretch from 1550-1475 Cm^{-1}

N–O symmetric stretch from 1360-1290 Cm^{-1}

مثال : عند مقارنة طيفي IR للمركبين (nitro methane and *m* -nitro toluene) نلاحظ التالي : في طيف IR لـ (nitro methane) نلاحظ تردد مط (N-O)عند(1383 and 1573 Cm^{-1}) بينما في حالة (m-nitro toluene) تظهر يمين الترددين السابقين أي بعدد موجي اقل .





هاليدات الالكيل: Alkyl Halides

هاليدات الألكيل مركبات تمتلك الاصرة (C – X) حيث إن (X= Br, Cl, F and I) وعادة يأخذ البروم اوالكلور في الكيمياء العضـــوية . عمومـــــا تردد الآصرة (C-X) يظـــهر بالمنطقة (515-850 Cm^{-1}) من طيف IR حيث يظهر تردد مط (C-Cl) عند (550-850 Cm^{-1}) بينما تردد مط (C-Br) يظهر بعدد موجي اقل عند (515 – 690 Cm^{-1}) . كذلك يظهر تردد الاصرة (C-H wag) ارتجاجي في المجموعة ($-CH_2X$) عند (770 – 1250 Cm^{-1}) خاصة في هاليدات الألكيل الصغيرة . ومن ملاحظة قيم الترددات السابقة لهاليدات الالكيل نلاحظ ظهورها في منطقة بصمة الأصبع (finger print region) .

The spectrum of alkyl halides are shown below.

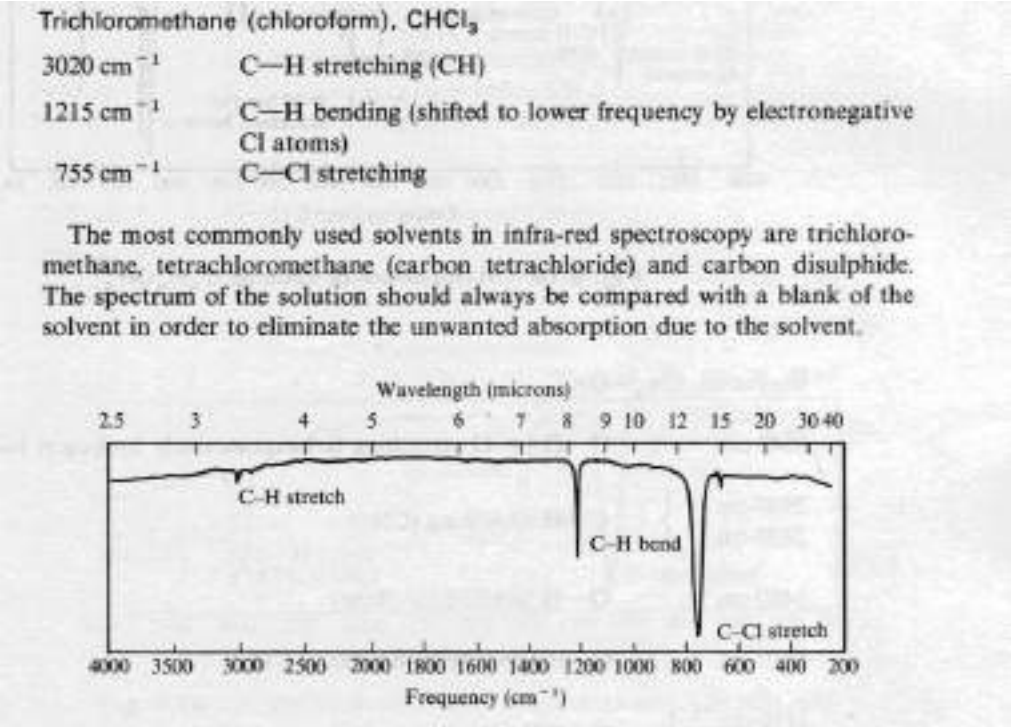
C–H wag ($-CH_2X$) from 1300-1150 Cm^{-1}

C–X stretches (general) from 850-515 Cm^{-1}

C–Cl stretch 850-550 Cm^{-1}

C–Br stretch 690-515 Cm^{-1}

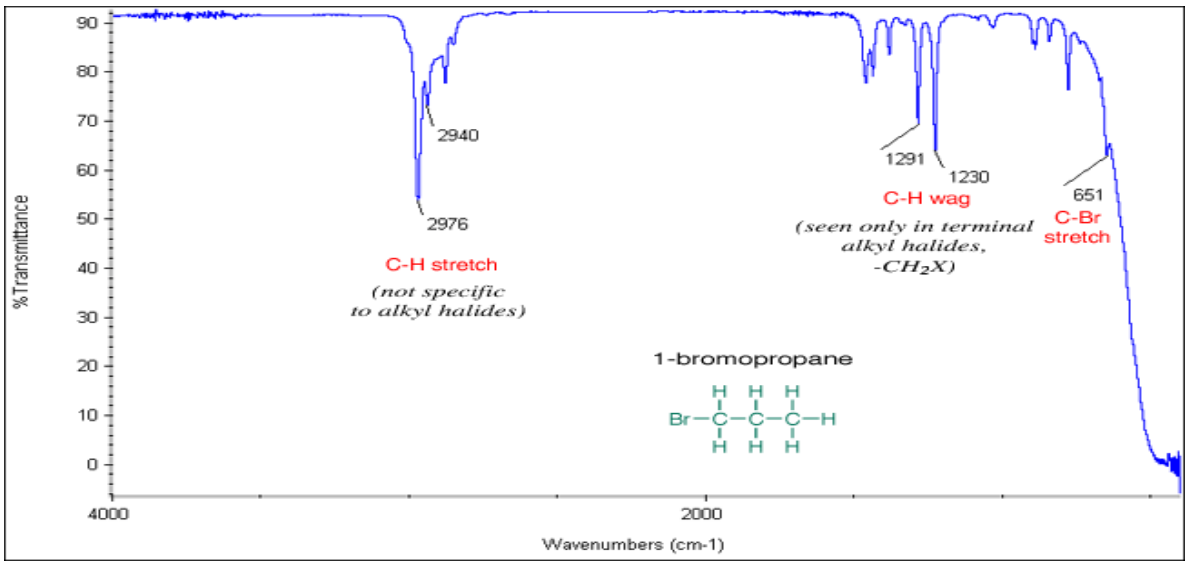
مثال : لاحظ طيف الكلوروفورم $CHCl_3$ الذي يستعمل كمذيب بشكل واسع في طيف IR :

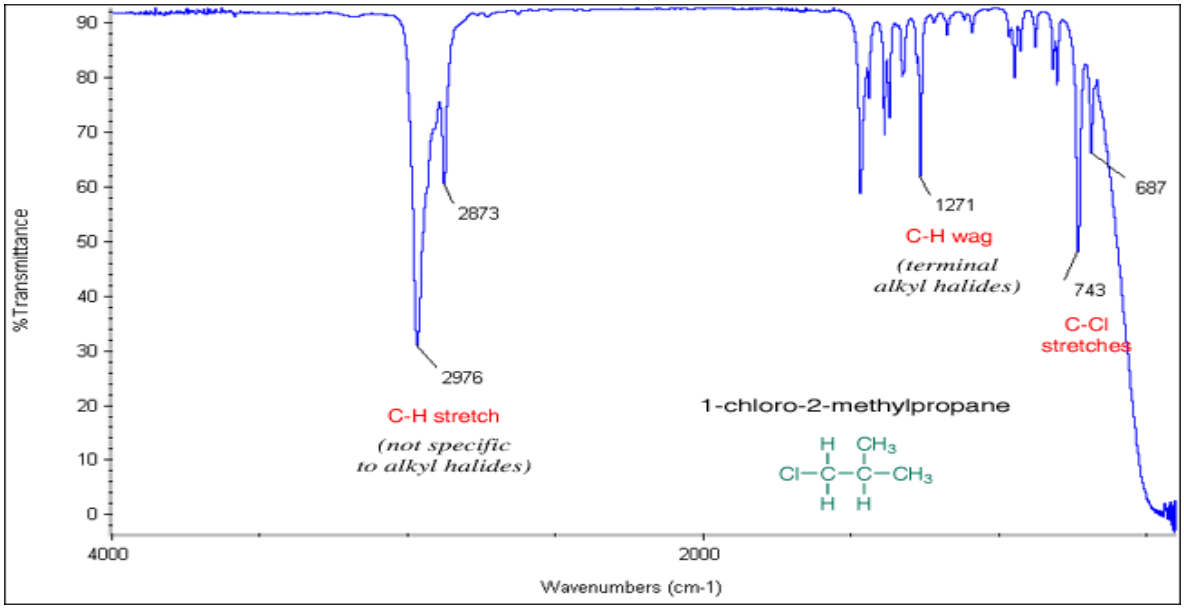


مثال : نلاحظ من طيف IR للمركبين التاليين

(1-bromo propane and 1-chloro-2-methyl propane)

تردد مط الاصرتين (C-Br or C-Cl) في المنطقة (515 – 850Cm^{-1}) وكذلك تردد انحناء ارتجاجي لهما عند(1150-1300Cm^{-1}) . نلاحظ أيضا تردد (C-H wag)عند(1230 Cm^{-1}) وعند (1291Cm^{-1}) .

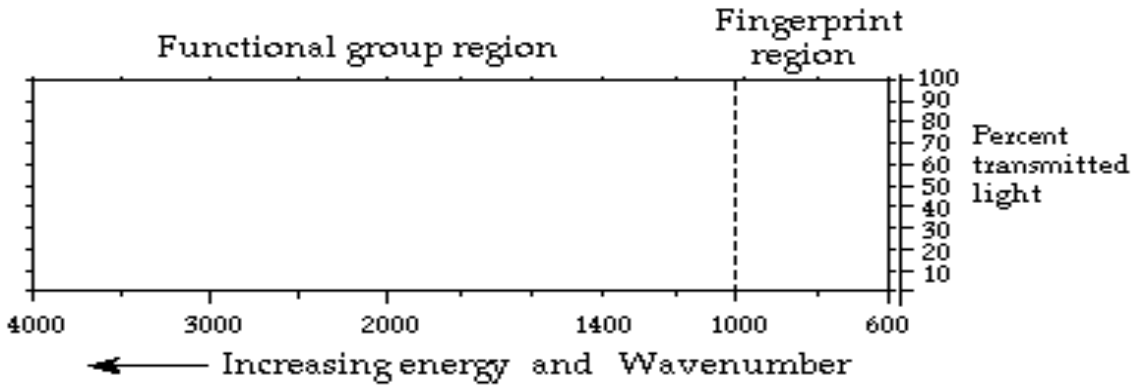




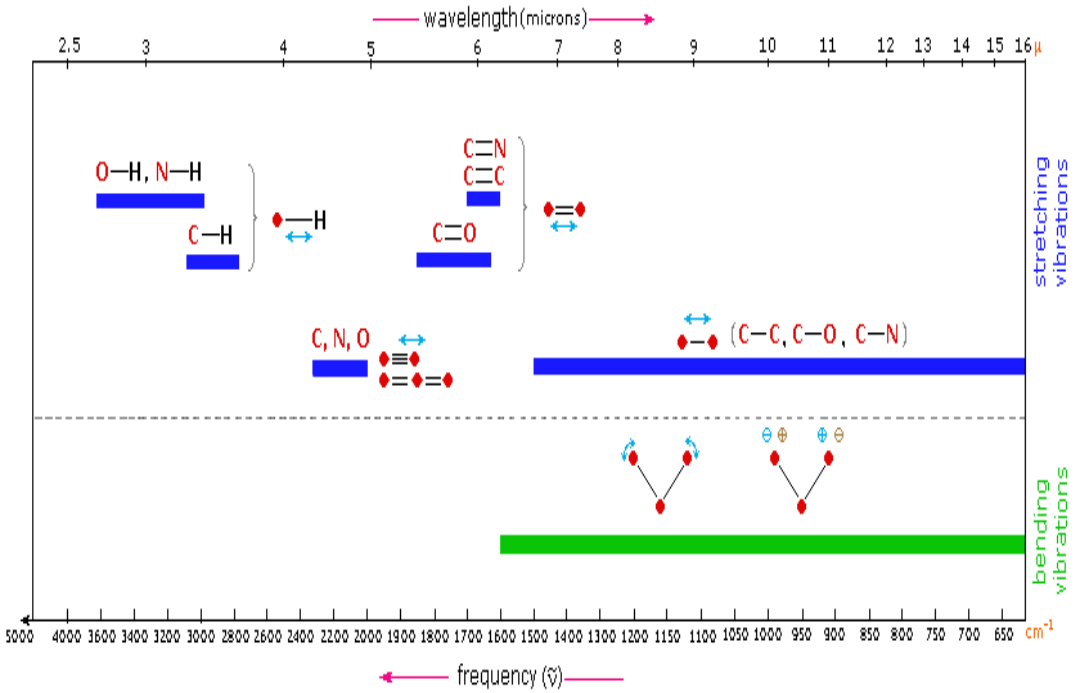
موقع تردد المط والانحناء للمجاميع على طيف IR

موقع ترددات المط لمختلف المجاميع تظهر في المنطقة المحصورة بين $1000Cm^{-1}$ إلى $4000Cm^{-1}$ (2.5 - 7.1 µ) وتسمى بمنطقة المجاميع الفعالة ، وهي مهمة بصورة خاصة لتشخيص مختلف المجاميع الفعالة .أما المنطقة الواقعة إلى يمين التردد $1000Cm^{-1}$ غالبا ماتكون معقدة لأنها تحتوي على امتصاصات ناتجة عن أشكال المط والانحناء ، ففي هذه المنطقة لايمكن ربط أو تنسيب احد المجاميع الفعالة بصورة دقيقة ولكن لكل مركب عضوي امتصاص

متميز خاص به في هذه المنطقة لذلك يدعى هذا الجزء من الطيف بمنطقة بصمة الأصبع Finger print region .



ومن ملاحظة الرسم التالي نلاحظ المواقع النسبية للمجاميع الفعالة في منطقة المجاميع (Functional group region) ومنطقة بصمة الأصبع (Fingerprint region) والتي تعتمد في تشخيص المركب العضوي .



يمكن لحزمة الأشعة ماتحت الحمراء في الطيف أن تصنف حسب شدتها كما ذكر سابقا :

Strong (s) قوية, Medium (m) متوسطة, Weak (w) ضعيفة

وهناك حزمة ضعيفة متداخلة مع حزمة قوية تسمى كـــتف (shoulder) يرمــز لهــا اختــصار (sh) وهذه الاصطلاحات نسبية.

أن أهمية طيف IR تكمن في انه يعطينا تركيب الجزيئة فلكل نوع من الأواصر له منطقة معينة أو تردد معين في مجال طيف IR ، فمثلا في حدود أكثر من $3000Cm^{-1}$ أي في حدود (3.33μ) تعود إلى تردد مط الآصرة (C-H) وفي حدود $1650\text{-}1800Cm^{-1}$ أي (μ 5.9) تعود إلى تردد مط مجاميع الكاربونيل (C=O) . لذلك وضع جدول يبين مختلف المجاميع وتردد كل واحدة منها حتى نستطيع على ضوء هذا الجدول معرفة المواد والمركبات المجهولة وان الجدول يمثل تردد المط والانحناء وشدة الامتصاص لكل مجموعة وكالاتي :-

Table of Characteristic IR Absorptions.

frequency, cm–1	*Bond*	*functional group*
3640–3610 (s, sh)	O–H stretch, free hydroxyl	alcohols, phenols
3500–3200 (s,b)	O–H stretch, H–bonded	alcohols, phenols
3400–3250 (m)	N–H stretch	primary, secondary amines, amides
3300–2500 (m)	O–H stretch	carboxylic acids
3330–3270 (n, s)	–C(triple bond)C–H: C–H stretch	alkynes (terminal)
3100–3000 (s)	C–H stretch	Aromatics
3100–3000 (m)	=C–H stretch	Alkenes
3000–2850 (m)	C–H stretch	Alkanes
2830–2695 (m)	H–C=O: C–H stretch	Aldehydes
2260–2210 (v)	C(triple bond)N stretch	Nitriles
2260–2100 (w)	–C(triple bond)C– stretch	Alkynes
1760–1665 (s	C=O stretch	carbonyls (general)
1760–1690 (s)	C=O stretch	carboxylic acids
1750–1735 (s)	C=O stretch	esters, saturated aliphatic
1740–1720 (s)	C=O stretch	aldehydes, saturated aliphatic
1730–1715 (s)	C=O stretch	alpha,beta–unsaturated esters
1715 (s)	C=O stretch	ketones, saturated aliphatic
1710–1665 (s)	C=O stretch	alpha,beta–unsaturated aldehydes, ketones
1680–1640 (m)	–C=C– stretch	Alkenes
1650–1580 (m)	N–H bend	primary amines
1600–1585 (m)	C–C stretch (in–ring)	Aromatics
1550–1475 (s)	N–O asymmetric stretch	nitro compounds
1500–1400 (m)	C–C stretch (in–ring)	Aromatics
1470–1450 (m)	C–H bend	Alkanes

1370–1350 (m)	C–H rock	Alkanes
1360–1290 (m)	N–O symmetric stretch	nitro compounds
1335–1250 (s)	C–N stretch	aromatic amines
1320–1000 (s)	C–O stretch	alcohols, carboxylic acids, esters, ethers
1300–1150 (m)	C–H wag (–CH_2X)	alkyl halides
1300–1150 (m)	C–H wag (–CH2X)	alkyl halides
1250–1020 (m)	C–N stretch	aliphatic amines
1000–650 (s)	=C–H bend	Alkenes
950–910 (m)	O–H bend	carboxylic acids
910–665 (s, b)	N–H wag	primary, secondary amines
900–675 (s)	C–H "oop"	Aromatics
850–550 (m)	C–Cl stretch	alkyl halides
725–720 (m)	C–H rock	Alkanes
700–610 (b, s)	–C(triple bond)C–H: C–H bend	Alkynes
690–515 (m)	C–Br stretch	alkyl halides

m = medium, w= weak, s= strong, n= narrow, b= broad, sh= sharp

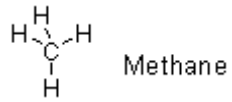
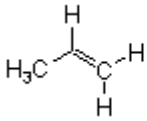
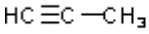
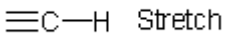
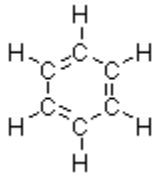
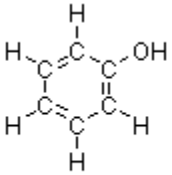
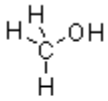
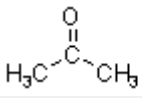
Functional Class	Characteristic Absorptions
Sulfur Functions	
S-H thiols	2550-2600 cm^{-1} (wk & shp)
S-OR esters	700-900 (str)
S-S disulfide	500-540 (wk)
C=S thiocarbonyl	1050-1200 (str)
S=O sulfoxide sulfone sulfonic acid sulfonyl chloride sulfate	1030-1060 (str) 1325± 25 (as) & 1140± 20 (s) (both str) 1345 (str) 1365± 5 (as) & 1180± 10 (s) (both str) 1350-1450 (str)
Phosphorous Functions	

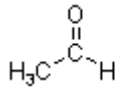
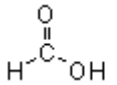
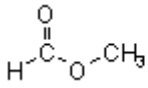
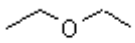
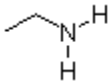
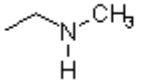
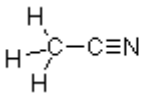
P-H phosphine	2280-2440 cm^{-1} (med & shp) 950-1250 (wk) P-H bending
(O=)PO-H phosphonic acid	2550-2700 (med)
P-OR esters	900-1050 (str)
P=O phosphine oxide phosphonate phosphate phosphoramide	1100-1200 (str) 1230-1260 (str) 1100-1200 (str) 1200-1275 (str)
Silicon Functions	
Si-H silane	2100-2360 cm^{-1} (str)
Si-OR	1000-1110 (str & brd)
Si-CH_3	1250± 10 (str & shp)
Oxidized Nitrogen Functions	
=NOH oxime O-H (stretch) C=N N-O	 3550-3600 cm^{-1} (str) 1665± 15 945± 15
N-O amine oxide aliphatic aromatic	 960± 20 1250± 50
N=O nitroso nitro	1550± 50 (str) 1530± 20 (as) & 1350± 30 (s)

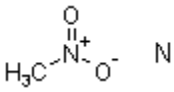
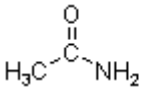
وكذلك الجدول التالي خاص بمنطقة المجاميع (Cm^{-1} 1400>) موضحا فيه نفس المركبات السابقة مع التركيب والتسمية :

Principal IR Absorptions for Certain Functional Groups above 1400 cm^{-1}

Functional Group Names & Example Compounds	Absorption Ranges Frequency (cm^{-1}) [Look for a single absorption in these regions unless stated otherwise.]	Type of Vibration (causing IR absorption)

Alkanes:  Methane	3000-2800 (Note: The absorptions can be seen a several distinct peaks in this region.) 1500-1450	C-H Stretch C-H Bend
Alkenes:  1-Propene	3100-3000 1675-1600	=C-H Stretch C=C Stretch
Alkynes:  Propyne	3300-3200 2200-2100	
Aromatic Rings:  Benzene	3100-3000 1600-1580 1500-1450	=C-H Stretch C=C Stretch C=C Stretch
Alcohols, Phenols:  Phenol  Methanol (Alcohol)	3600-3100 (Note: Phenols MUST have Aromatic Ring Absorptions too.) (1300-1000)	H-bonded O-H Stretch (C - O Stretch)
Ketones:  Acetone	1750-1625	C=O Stretch

Aldehydes:  Ethanal	1750-1625 2850-2800 2750-2700	C=O Stretch C-H Stretch off C=O C-H Stretch off C=O
Carboxylic Acids:  Formic Acid	3400-2400 (Note: This peak always covers the entire region with a VERY BROAD peak.) 1730-1660	H-bonded O-H Stretch C=O Stretch
Esters:  Methyl Formate	1735 (1300-1000)	C=O Stretch (C - O Stretch)
Ethers:  Diethyl Ether (aka-Ethyl Ether)	(1300-1000)	(C - O Stretch)
Amines: Primary  Ethylamine	3500-3200 (TWO PEAKS!) 1640-1560	N-H Stretch N-H Bend
Amines: Secondary  N-Methylethylamine	3500-3200 (ONE PEAK!) 1550-1450	N-H Stretch N-H Bend
Nitriles:  Methanenitrile	2300-2200	C≡N Stretch

Nitro Groups:  Nitromethane (Note: Both peaks are < 200 cm^{-1} apart.)	1600-1500 1400-1300	N=O Stretch N=O Stretch
Amides:  Methanamide	3500-3100 1670-1600 1640-1550	N-H Stretch C=O Stretch N-H Bend