

أمثلة

Examples

مثال 1 :

ضوء فوق بنفسجي طوله الموجي 300 nm أوجد:

- أ- التردد المقابل لطول الموجة.
- ب- كمية الطاقة التي يمتصها جزيء واحد عندما يسقط عليه هذا الضوء.
- ج- كمية الطاقة التي يمتصها مول واحد من المادة.

الحل :

أ- لحساب التردد نستخدم العلاقة

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$$v = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{300 \times 10^{-9} \text{ m}} = 10^{15} \text{ s}^{-1} [\text{Hertz}]$$

ب- لحساب الطاقة التي يمتصها جزيء واحد نستخدم العلاقة:

$$E = hv = 6.6 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$= 6.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

ج- لحساب الطاقة التي يمتصها مول واحد من المادة، نضرب القيمة السابقة في عدد أفوجادرو  $N_A$ :

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ Mol}^{-1}$$

والطاقة التي يمتصها واحد مول تساوى :

$$39.7 \text{ J Mol}^{-1} \times 10^4 = 4 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1} = 400 \text{ KJ Mol}^{-1}$$

مثال 2 :

يمتص كلوريد الهيدروجين HCl الأشعة تحت الحمراء عند التردد  $2881 \text{ cm}^{-1}$

إحسب:

أ- طول الموجة لهذه الأشعة.

ب- تردد هذه الأشعة بوحدات Cps.

ج- التغير في الطاقة المصاحبة لهذا الإمتصاص.

الحل :

أ-

$$\lambda = \frac{1}{\nu'} = \frac{1}{2881 \text{ cm}^{-1}} = 3.471 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$= 3.471 \mu\text{m}$$

$$\lambda \nu = c$$

ب-

$$\therefore \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{3.471 \times 10^{-6} \text{ m}} = 8.637 \times 10^3 \text{ Hz}$$

$$\Delta E = h\nu$$

ج-

$$= 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 8.637 \times 10^3 \text{ Hz} = 5.723 \times 10^{-20} \text{ J}$$

مثال 3 :

إذا كانت قيمة ثابت القوة في HCl تساوي نفس القيمة في حالة HBr وكانت كتل الذرات هي  $H = 1$  ،  $Cl = 35.5$  ،  $Br = 80$  فأى الجزيئين يكون تردد ذبذبه أعلى من تردد ذبذبة الآخر؟

الحل :

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{\mu}} \text{ Hz}$$

بما أن

$$\nu' = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{K}{\mu}} \text{ cm}^{-1}$$

و

وحيث أن ثابت القوة له نفس القيمة في الجزيئين فإن التردد يعتمد على الكتلة المختزلة  $\mu$

$$\mu = \frac{m_H m_X}{m_H + m_X}$$

وكلما زادت هذه القيمة قل التردد ويترتب على ذلك أن تردد HCl يكون أكبر من تردد HBr.

مثال 4 :

يظهر تردد ذبذبة المد C-H للكلوروفورم عند  $3000 \text{ cm}^{-1}$ ، احسب تردد ذبذبة المد C-D عند إحلال الديوتيريوم محل الهيدروجين في الكلوروفورم.

الحل :

بما أن

$$\nu' = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{K}{\mu}} \text{ cm}^{-1}$$

وحيث أن قيمة ثابت القوة واحدة في الحالتين فإن التردد يعتمد فقط على الكتلة المختزلة  $\mu$  والتي تعطى من المعادلة :

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

في حالة C-H تكون قيمة  $\mu$

$$\mu = \frac{12 \times 1}{12 + 1} = 0.92$$

وفي حالة C-D تكون قيمة  $\mu$

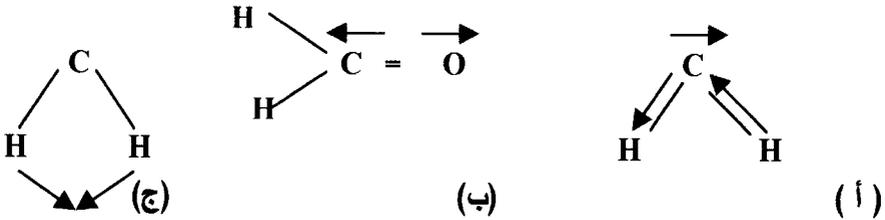
$$\mu = \frac{12 \times 2}{12 + 2} = 1.71$$

$$\therefore \frac{\nu'_{C-D}}{\nu'_{C-H}} = \frac{\sqrt{0.92}}{\sqrt{1.71}} = 0.73$$

فإذا كان تردد نذبذة المد C-H في الكلوروفورم  $3000 \text{ cm}^{-1}$  يكون تردد نذبذة مد C-D هو:  
 $3000 \times 0.73 = 2190 \text{ cm}^{-1}$

مثال 5:

بين نذبذة المد ونذبذة الإنحناء من بين النذبذبات التالية:

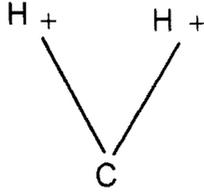


الحل :

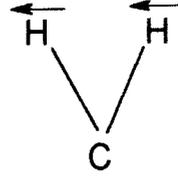
أ - نذبذة مد      ب - نذبذة مد      ج - نذبذة إنحناء

مثال 6 :

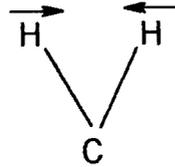
في الأشكال التالية بعض التصنيفات المكتوبة على الذبذبات غير صحيحة، إذكر التصنيفات غير الصحيحة علماً بأن + تدل على الحركة الي أعلى مستوى الصفحة و - تدل على الحركة الي أسفل مستوى الصفحة.



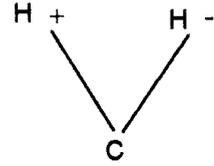
(ب) لي Twisting



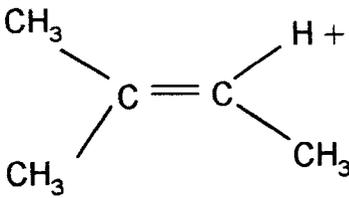
(أ) إنتواء Deformation



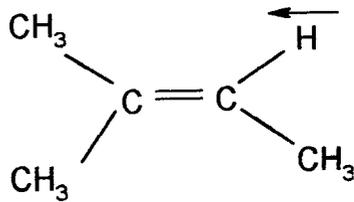
(د) تمرّج Rocking



(ج) تمايل Wagging



(و) انحناء خارج المستوى  
out-of-plane bending



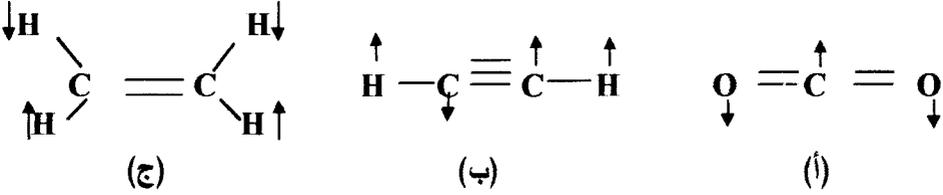
(هـ) انحناء في المستوى  
In-plane bending

الحل :

الخطأ (أ) و (د) والتصحيح تبديل التصنيف بينهما وكذلك ب ، ح

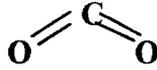
مثال 7 :

هل يمكن أن تمتص الذبذبات التالية الأشعة تحت الحمراء؟



الحل :

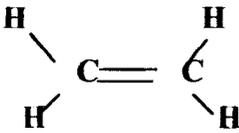
في (أ) يوجد تغير في عزم ثنائي القطب



وفي (ب) ثنائي قطب الرابطة متزن ولا يوجد عزم ثنائي قطب



وفي (ج) ثنائي قطب الرابطة متزن ولا يوجد عزم ثنائي قطب



لذلك (أ) نشطة للأشعة تحت الحمراء أي تمتصها ولكن الذبذبات في (ب) و(ج) لا تمتص الأشعة تحت الحمراء.

مثال 8 :

في الشكل تشكيان للألكينات (Isomeric alkenes)، بين في أيهما يكون شريط امتصاص المد  $C = C$  أقوى من نظيره في التشكيل الآخر؟.

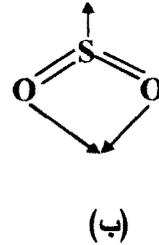
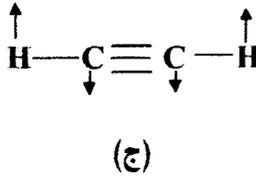
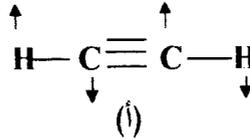


الحل :

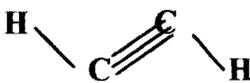
في التشكيل (أ) التأثيرات التحريضية لمجموعات الميثيل متوازنة تماما لأن (أ) له مركز تماثل. وفي الحقيقة ذبذبة المد  $C = C$  في (أ) لا تمتص الأشعة تحت الحمراء ويقال عنها أنها غير نشطة للأشعة تحت الحمراء (Infrared inactive).

مثال 9 :

هل ذبذبات الإحناء المبينة في الأشكال التالية تمتص الأشعة تحت الحمراء؟.



الحل :



أ - شكل هذا الجزيء بعد ذبذبة الإحناء سيكون

ولا يوجد ثنائي قطب قبل التغيير، وبعد التغيير تظل ثنائيات الأقطاب متوازنة وبذلك لا يمتص هذا الجزيء الأشعة تحت الحمراء.

ب- هذه الذبذبة تمتص الأشعة تحت الحمراء لأنها تشبه ذبذبة انحناء  $\text{CO}_2$ .

ج- الشكل بعد ذبذبة الإحناء يكون  $\text{H} \backslash \text{C} \equiv \text{C} / \text{H}$  ويوجد هنا ثنائي قطب لم يكن موجوداً قبل التغيير وعلى ذلك يوجد تغيير في عزم ثنائي القطب وينشأ عن ذلك امتصاص الأشعة تحت الحمراء.

مثال 10 :

افتراض أن لجزيء ما ثلاثة ذبذبات أساسية عند  $2500\text{cm}^{-1}$  و  $2000\text{cm}^{-1}$  و  $800\text{cm}^{-1}$ .

أ - أوجد أول ثلاث مضاعفات للذبذبات الأساسية Overtones.

ب - تراكبات الأشرطة على الصورة  $(\nu_1 + \nu_2)$ .

الحل:

أ- المضاعفات هي  $1600\text{ cm}^{-1}$  و  $4000\text{ cm}^{-1}$  و  $5000\text{ cm}^{-1}$ .

ب- التراكبات هي  $2800\text{ cm}^{-1}$  و  $3300\text{ cm}^{-1}$  و  $4500\text{ cm}^{-1}$ . وقد سبق أن أوضحنا أن المسافات بين مستويات الطاقة تقل كلما زاد العدد الكمي، لذلك يوجد المضاعف الأول عادة عند تردد أقل قليلاً عن ضعف تردد الذبذبة الأساسية.

مثال 11 :

يظهر لجزيء أشرطة امتصاص أساسية قوية عند الترددات التالية:-

أ - ذبذبة إحناء عند  $730\text{ cm}^{-1}$ .

ب- ذبذبة مد C-C عند  $1400\text{ cm}^{-1}$ .

ج- ذبذبة مد C-H عند  $2950\text{ cm}^{-1}$ .

أكتب ترددات الأشرطة الممكن وجودها من تراكب الذبذبات أو المضاعفات الأولى لها.

الحل :

توجد المضاعفات عند ضعف التردد الأساسي أي عند  $1460\text{cm}^{-1}$  و  $2800\text{cm}^{-1}$  و  $5900\text{cm}^{-1}$ . أما التراكبات فتظهر عند؛

$$730 + 1400 = 2130 \text{ cm}^{-1}$$

$$730 + 2950 = 3680 \text{ cm}^{-1}$$

$$1400 + 2950 = 4350 \text{ cm}^{-1}$$

مثال 12 :

رابع كلوريد الكربون له أربع نذبذبات أساسية يظهر ثلاثة منها عند  $217 \text{ cm}^{-1}$  و  $459 \text{ cm}^{-1}$  و  $313 \text{ cm}^{-1}$ ، ويتوقع وجود النذبذبة الرابعة في المنطقة من  $700\text{cm}^{-1}$  الى  $800 \text{ cm}^{-1}$ ، ويظهر في طيف هذه المادة مزدوج متساوي الشدة عند  $791\text{cm}^{-1}$  و  $762\text{cm}^{-1}$ . كيف تفسر ظهور خمسة نذبذبات أساسية لهذا المركب؟.

الحل :

يمكن ظهور شريط ناتج عن تراكب نذبذبتين  $459 + 313 = 772 \text{ cm}^{-1}$ . وبسبب رنين فيرمي بين النذبذبة الأساسية الرابعة المتوقعة وهذه النذبذبة يظهر الشريط الخامس. يلاحظ في هذه الحالات أنه من الصعب تحديد أي شريط من المزدوج هو الأساسي وأيها هو المضاعف أو المترابك.

مثال 13 :

احسب عدد النذبذبات الأساسية للجزيئات التالية:

أ - ميثان ( $\text{CH}_4$ )

ب- إيثين ( $\text{HC} = \text{CH}$ )

الحل :

أولاً : لابد من تحديد هل الجزيء خطي أو غير خطي.

ثانياً : نبدأ في حساب عدد الذرات ثم تطبيق الصيغ المعروفة الآتية:

في حالة الجزيء الخطي عدد درجات الحرية تعطى بالمعادلة  $3 \times N - 5$ ، وفي حالة

الجزيء غير الخطي عدد درجات الحرية تعطى بالمعادلة  $3 \times N - 6$ .

وعلى هذا الأساس (أ) غير خطي وعنده خمسة ذرات وعدد ذبذباته الأساسية

تساوي  $9 = 6 - 3 \times 5$ . أما (ب) فهو خطي وعنده أربع ذرات وعدد ذبذباته الأساسية

تساوي  $7 = 5 - 3 \times 4$ .

مثال 14 :

إفترض وجود تردد ذبذبة المد C-H، إذكر أي التبديلات التالية تحدث تغيراً أكبر في

هذا التردد؛ تبديل ذرة الهيدروجين بذرة ديوتيريوم أم تبديل ذرة الكربون بذرة كلور؟.

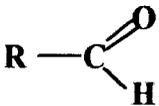
الحل :

تبديل ذرة الهيدروجين بالديوتيريوم.

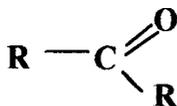
مثال 15 :

توجد مجموعة الكربونيل في مدى واسع من الجزيئات العضوية ذات الخواص

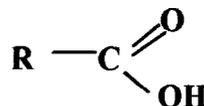
المتباينة كما يوضح الشكل.



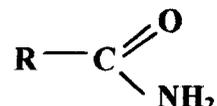
الدهايد



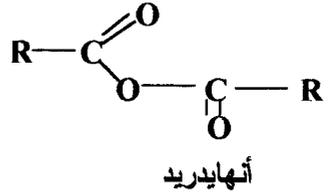
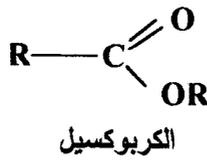
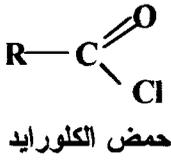
الكيتون



حمض الكربوكسيل



الأميد



حدد المنطقة التي يمكن أن يظهر فيها شريط المد لإمتصاص  $\text{C} = \text{O}$ ، وقارن هذه المنطقة بالمنطقة التي يظهر فيها شريط المد  $\text{C} = \text{C}$  وإذكر كذلك المجموعات التي يمكن أن يظهر لها أشرطة في هذه المنطقة.

الحل :

يظهر شريط تردد ذبذبة المد  $\text{C} = \text{O}$  في الفترة من  $1620 \text{ cm}^{-1}$  الي  $1800 \text{ cm}^{-1}$ ، وهذا المدى يكون دائماً أعلى من المدى الذي تظهر فيه أشرطة تردد المد  $\text{C} = \text{C}$ .

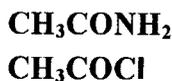
ترددات المد للمجموعتين  $\text{C} = \text{C}$  و  $\text{C} = \text{N}$  وتردد الانحناء  $\text{N} - \text{H}$  يمكن أن يظهر لها أشرطة إمتصاص في المدى المذكور ولكن كل منهم يشغل مدى أضيق من  $\text{C} = \text{O}$ . بالرغم من أن شريط تردد المد  $\text{C} = \text{C}$  يظهر في مدى ضيق مع  $\text{C} = \text{O}$  إلا أنه يمكن تمييز كل منهما بسهولة وذلك لأن شدة إمتصاص  $\text{C} = \text{O}$  تكون دائماً أقوى من شدة إمتصاص  $\text{C} = \text{C}$ ، لماذا؟.

تظهر أشرطة إمتصاص  $\text{C} = \text{O}$  أقوى لأنها ذات قطبية أعلى من قطبية  $\text{C} = \text{C}$  بكثير مما يجعل التغير في عزم ثنائي القطب للمجموعة  $\text{C} = \text{O}$  أكبر ويترتب على ذلك إمتصاص أقوى حيث أن شدة الإمتصاص تزداد بزيادة التغير في عزم ثنائي القطب.

مثال 16 :

أ - رتب ترددات مجموعات الكربونيل الموضحة بالمثال السابق من التردد الأقل الي التردد الأعلى.

ب- إنكر الجزيء الذي يعطي أعلى تردد مد للمجموعة  $C = O$  والجزيء الذي يعطي أقل تردد مد لنفس المجموعة في الجزيئات التالية:

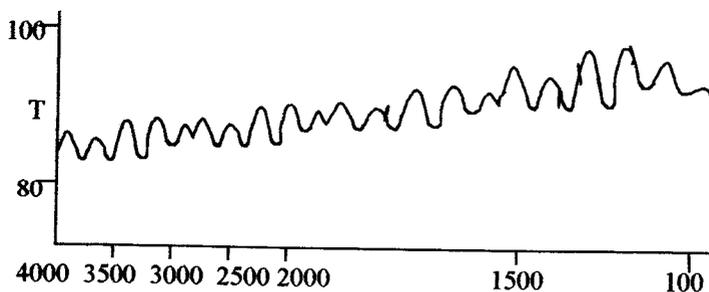


الحل :

أ - الأميد، الكيتونات، الألدهيد-الإستر، كلوريد الحمض-الأنهيدرايد  
ب-الأعلى  $\text{CH}_3\text{COOCOCH}_3$  الأقل  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$ .

مثال 17 :

من نموذج التداخل الموضح في الشكل احسب سمك الخلية.



الحل :

- 1- نحسب عدد حلقات التداخل من القمة للقمة في الشكل ونفرض أنها 10.
- 2- نفرض أن القمة الأولى عند التردد الموجي  $3200 \text{ cm}^{-1}$  والأخيرة عند التردد الموجي  $1200 \text{ cm}^{-1}$ .

إن سمك الخلية يساوي

$$L = \frac{n}{2(\nu_2' - \nu_1')} = \frac{10}{2 \times 2000} = 0.0025 \text{ cm}$$

مثال 18 :

تم تسجيل طيف الأشعة تحت الحمراء لفيلم من البولي أميد، الذي معامل انكساره 1.5، بطريقة الإنعكاس الكلي الموهن، وكانت مادة الوسط العاكس 5 - KRS ومعامل انكسارها 2.4. إذا سقط الشعاع على الوسط العاكس بزاوية  $60^\circ$  فما هو العمق الذي ينفذه الشعاع في العينة عند الأعداد الموجية التالية؟

أ-  $1000 \text{ cm}^{-1}$       ب-  $1500 \text{ cm}^{-1}$       ج-  $3000 \text{ cm}^{-1}$

الحل :

ت- أولاً: نحول العدد الموجي الى طول موجي

$$\lambda = \frac{1}{1000} = 10^{-3} \text{ cm} = 10^{-5} \text{ m}$$

$$d_p = \frac{10^{-5} / 1.5}{2\pi \left[ \sin 60 - \left( \frac{1.5}{2.4} \right)^2 \right]^{0.5}} = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m} = 1.5 \mu\text{m} \quad (\text{أ})$$

$$d_p = 1 \mu$$

(ب)

$$d_p = 0.5 \mu\text{m} \quad (\text{ج})$$

يلاحظ أن عمق النفاذ عند العدد الموجي الأقل أكبر من العمق عند العدد الموجي الأعلى.

مثال 19 :

هل شدة إمتصاص ذبذبة المد C-O تكون أقوى من شدة إمتصاص ذبذبة المد C-C أم العكس ؟ لماذا؟.

الحل :

تعتمد شدة إمتصاص أي مجموعة على مقدار التغير في عزم ثنائي القطب أثناء الذبذبة. ومن المعروف أن هذا التغير في حالة C-O يكون أكبر منه في حالة C-C. في الحالة الأولى القطبية أعلى ويترتب على ذلك أن إمتصاص المد C-O يكون أقوى من إمتصاص المد C-C.

مثال 20 :

إذا كانت إمتصاصية (A) Absorbance محلول من Hexan-1-ol تركيزه 1.0% W/V هو 0.37 عند  $3600 \text{ cm}^{-1}$ . إ حسب معامل الإمتصاص المولاري عند هذا التردد علماً بأن سمك الخلية 1.0 mm.

الحل :

تركيز 1.0% W/V تعني واحد جرام ذائب في  $1000 \text{ cm}^3$  ( $10 \text{ g dm}^{-3}$ ) والكتلة الجزيئية النسبية لـ Hexan-1-ol ( $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{OH}$ ) = 92. وعلى ذلك التركيز يحسب كالتالي:

$$\frac{10}{92} \text{ mol dm}^{-3} = 0.11 \text{ mol dm}^{-3}$$

من قانون بير  $A = \epsilon Cl$

$$\therefore \epsilon = 0.37/0.11 \times 1 = 3.4 \text{ m}^2 \text{ mol}^{-1}$$

مثال 21 :

يظهر شريط امتصاص تابع لتردد ذبذبة المد  $\text{C} = \text{O}$  في مجموعة الكربونيل بعد  $1700 \text{ cm}^{-1}$ ، إستبعد أنواع الكربونيل التي لا يتبعها هذا الشريط من الأنواع التالية:  
حمض الكربوكسيل، إستر، حمض الكلورايد، الأميد، كيتون غير مشبع (سلسلة مفتوحة)، ألدهايد.

الحل :

يستبعد الأמיד والكيتون غير المشيع.

مثال 22 :

الجدول المبين يحتوي على سمك الخلية والنفاذية في المائة %T، أوجد قيمة شدة الأمتصاص (absorbance)، وإرسم العلاقة بينها وبين سمك العينة.

السمك	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
النفاذية %T	0	50	25	12.5	6.25	3.125
$T = \frac{I}{I_0}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{50}{100}$	$\frac{25}{100}$	$\frac{12.5}{100}$	$\frac{6.25}{100}$	$\frac{3.125}{100}$
$\frac{1}{T}$	1	2	4	8	16	32
A	0.0	0.301	0.602	0.903	1.204	1.515

الحل :

العلاقة خطية وتحقق قانون بير.

مثال 23 :

احسب ما يلي:

- قيمة الإمتصاصية A لسائل ينفذ 12% من الأشعة الساقطة عليه.
- النسبة المئوية للأشعة النافذة لمحلول قيمة A (absorbance) له 0.55.
- أوجد قيمة الامتصاصية (Absorbance) لسائل تركيزه  $0.0007 \text{ mol dm}^{-3}$  وسمك الخلية 2cm ومعامل الإمتصاص المولاري  $650 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

الحل :

$$A = \log \frac{1}{T} = \log \frac{I_0}{I} = \epsilon cl$$

$$A = \log \frac{100}{12} = \log 8.333 = 0.92$$

$$\frac{\log 100}{I} = 0.55 \quad \text{أ-}$$

$$I = \frac{100}{3.548} = 28 \% \quad \text{ب-}$$

$$A = 650 \times 0.00070 \times 2 = 0.91 \quad \text{ج-}$$

مثال 24 :

احسب التركيز بوحدات  $\text{mg dm}^{-3}$  لمحلول كل من المركبين A, B والسمك يساوى

1 cm

A	$\epsilon$	Mr	المركب
0.10	1000	250	A
	100 000	250	B

الحل :

المركب A

$$A = \epsilon cl \quad \therefore C = \frac{A}{\epsilon l}$$

$$C = \frac{0.1}{1000 \times 1} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\therefore C = 250 \times 10^{-4} \text{ g dm}^{-3} = 25 \text{ mg dm}^{-3}$$

المركب B

$$C = \frac{0.1}{100000 \times 1} = 1 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$= 250 \times 10^{-6} \text{ g dm}^{-3} = 25 \times 10^{-2} \text{ mg dm}^{-3}$$

من الواضح أنه كلما زاد معامل الإمتصاص المولاري قل التركيز.

مثال 25 :

السلفوكسيد R - SO - R تمتص مثل السلفون R - SO<sub>2</sub> - R عند ترددات أقل من 1400cm<sup>-1</sup>. علاوة على وجود فروق في تردد المجموعتين توجد طريقة سهلة للتفريق بينهما فما هي؟.

الحل :

يظهر لمجموعة السلفون شريطان قويان تابعان لذبذبتي المد التماثلي واللاتماثلي S = O كما في الشكل التالي:



ذبذبة تماثل



ذبذبة اللاتماثل

وتكون الترددات عند 1160 - 1120 cm<sup>-1</sup> و 1350 - 1300 cm<sup>-1</sup>.

مثال 26 :

يظهر لمجموعة كلوريد السلفونيل RSO<sub>2</sub> Cl امتصاص في المنطقتين (أ) أو المنطقتين (ب) التاليتين:

أ-  $1300 - 1250 \text{ cm}^{-1}$  و  $1100 - 1050 \text{ cm}^{-1}$

ب-  $1410 - 1380 \text{ cm}^{-1}$  و  $1210 - 1180 \text{ cm}^{-1}$

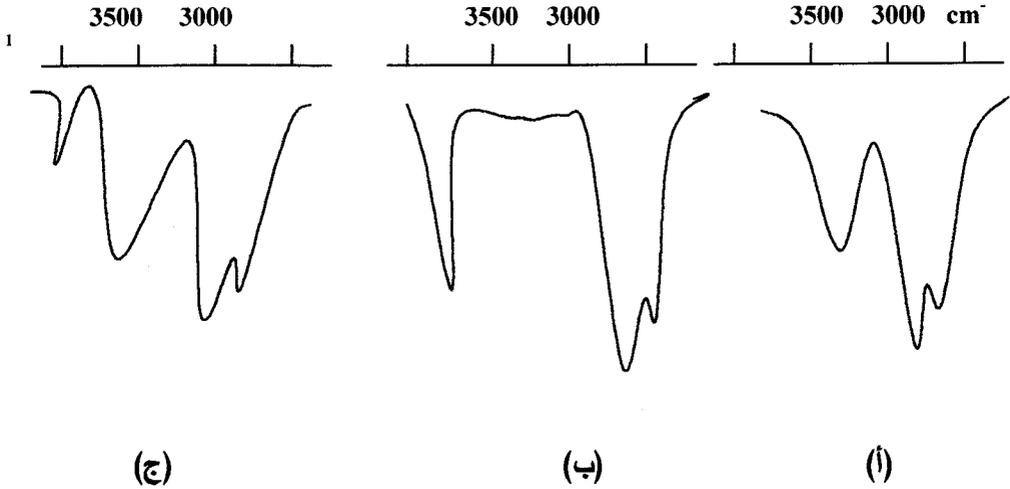
إذكر المنطقتين اللتين يظهر فيهما هذا الإمتصاص.

الحل :

هذا الإمتصاص يظهر في المنطقتين (ب) لأن وجود ذرة الكلور تزيد من تردد  $S = O$  نتيجة لجذب الإلكترونات.

مثال 27 :

سجلت الأطياف -الموضحة بالشكل التالي- لمركب ما بتركيزات مختلفة في رابع كلوريد الكربون. وضح الطيف المسجل لأعلى تركيز والمسجل لأقل تركيز.

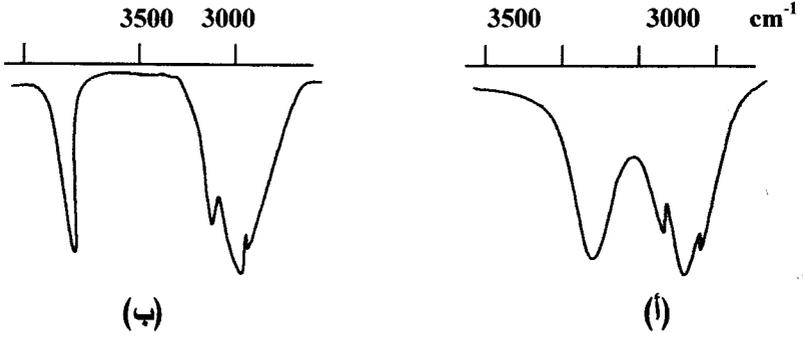
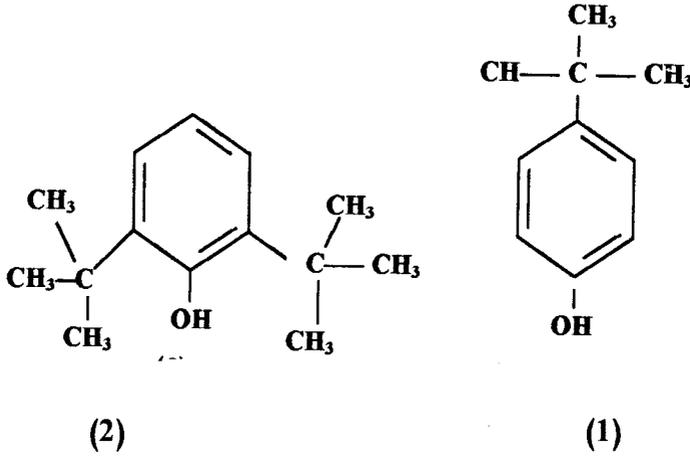


الحل :

الطيف الموضح بالشكل (ج) هو الأعلى تركيز و الطيف الموضح بالشكل (ب) هو الأقل تركيز.

مثال 28 :

الأطياف الموضحة بالاشكال التالية مسجلة لمركبات الفينول على صورة محلول في رابع كلوريد الكربون بتركيز مولارى واحد. "إنكر الطيف الذي يتبع المركب الأول".

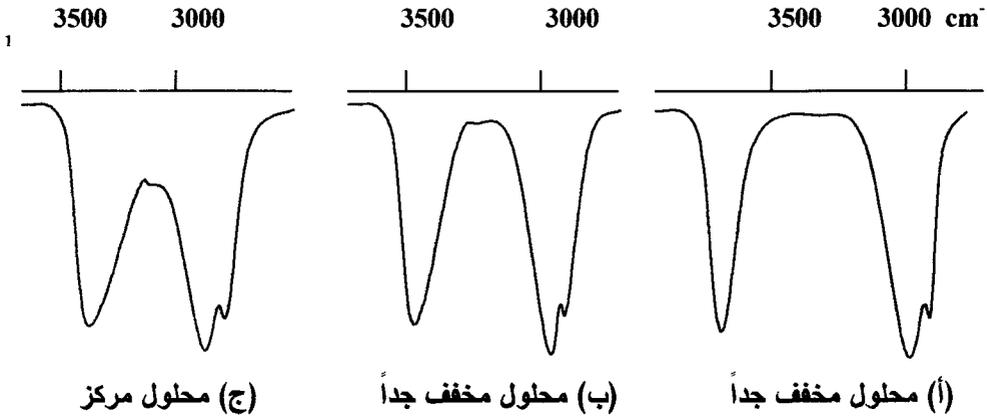


الحل :

الطيف الأول (أ) يتبع المركب الأول حيث أن وجود المجموعات الضخمة في مركب 2 يمنع هيدروجين مجموعة الكربوكسيل من الإقتراب من أكسجين مجموعة هيدروكسيل في جزئ آخر، وهذا يجعل OH مجموعة حرة.

مثال 29 :

أي من الأطياف التالية يعطى أوضح دليل على وجود رابطة هيدروجينية في الجزيء؟.

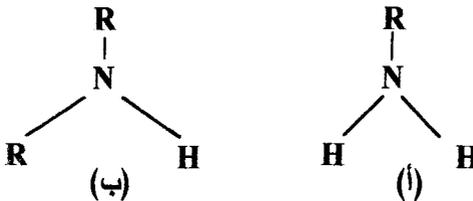


الحل :

الطيف في الشكل (ب) لأن الإمتصاص عند تردد منخفض في محلول مخفف يدل على أن الرابطة الهيدروجينية لا تعتمد على التركيز وهذا ما يميز الترابط الهيدروجيني في الجزيء.

مثال 30 :

كيف تفرق بين ذبذبة المد N - H في الأمين الأولى (أ) والأمين الثانوى (ب)؟.

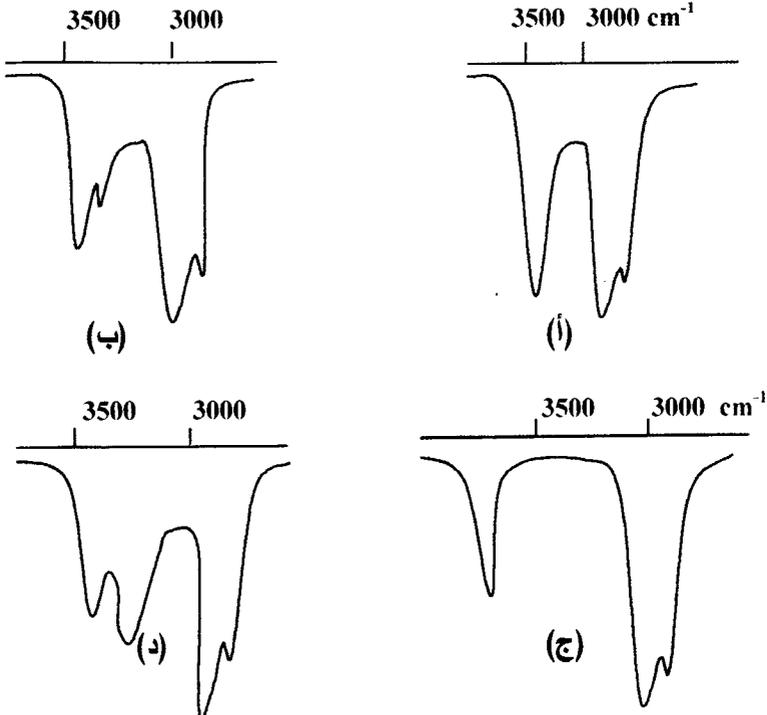


الحل :

يظهر لامتناص نذبذة المد N - H في الأمين الأولى مزدوج من الأشرطة أحدهما للتذبذب التماثلي والآخر للتذبذب اللاتماثلي والفرق بين تردداتهما حوالي  $100 \text{ cm}^{-1}$ ، ولا يعتمد على التركيز. ولكن امتصاص هذه المجموعة في حالة الأمين الثانوي يعطى شريطاً واحداً بالرغم أنه يمكن أن ينشأ عن الترابط الهيدروجيني شريط آخر مما يعطى نفس الشكل كما في حالة الأמיד الأولى ولكن يمكن التغلب على ذلك بتخفيف التركيز ليختفي الشريط الناتج عن الترابط الهيدروجيني.

مثال 31 :

نذبذة المد N - H الحرة وأيضاً ذات الترابط الهيدروجيني تظهر في منطقة نذبذة المد O - H ذات الترابط الهيدروجيني ولكن من المعروف أن شريط امتصاص المجموعة الأولى يظهر دائماً أقل إتساعاً من شريط مجموعة O-H. أي من الأطياف التالية يتبع لامتصاص الأمين؟.



الحل :

الطيف (ب) وذلك لأن أشرطة امتصاص الطيف (د) و (أ) عريضة جداً ومن ثم لا يمكن إعتبارها تابعة لإمتصاص N - H ، أما في حالة الطيف (ج) تظهر الأشرطة خارج منطقة إمتصاص N - H ولكنه يميز امتصاص مجموعة OH الحرة، الطيف (د) يميز مركب هيدروكسيل يحتوي على مجموعات هيدروكسيل بعضها مرتبطة وبعضها حر.

مثال 32 :

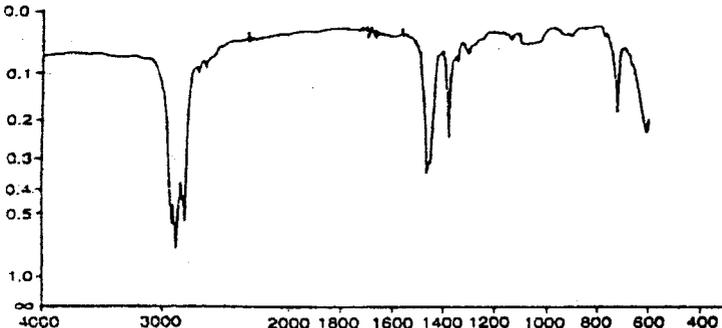
كيف يمكنك تحديد ما إذا كانت ذرة الأكسجين في المركب  $C_6H_{10}O$  تتبع مجموعة الهيدروكسيل أو الكربونيل أو الأثير؟.

الحل :

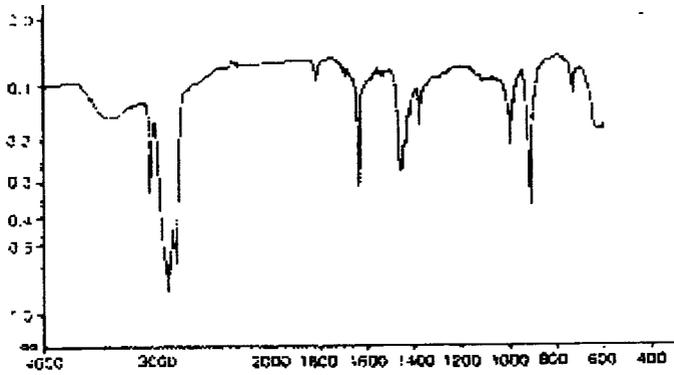
يعطى الكربونيل شريط امتصاص قوي في المنطقة من  $1800\text{ cm}^{-1}$  الي  $1650\text{ cm}^{-1}$  ويظهر لمجموعة الهيدروكسيل امتصاص قوي في المنطقة من  $3650\text{ cm}^{-1}$  الي  $3100\text{ cm}^{-1}$  علاوة على امتصاص قوي في المنطقة من  $1250\text{ cm}^{-1}$  الي  $1000\text{ cm}^{-1}$  أما مجموعة الأثير فتعطي امتصاصاً قوياً في المنطقة من  $1250\text{ cm}^{-1}$  الي  $1000\text{ cm}^{-1}$ .

مثال 33 :

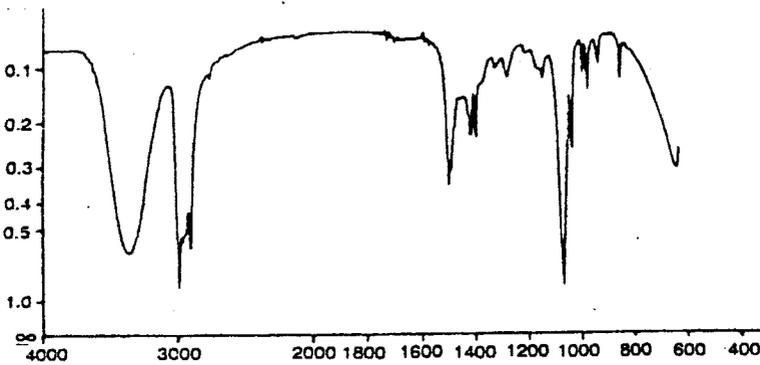
كل طيف من الأطياف الموضحة في الشكل يميز مركب معين. إستنتج اسم المركب المقابل لكل طيف.



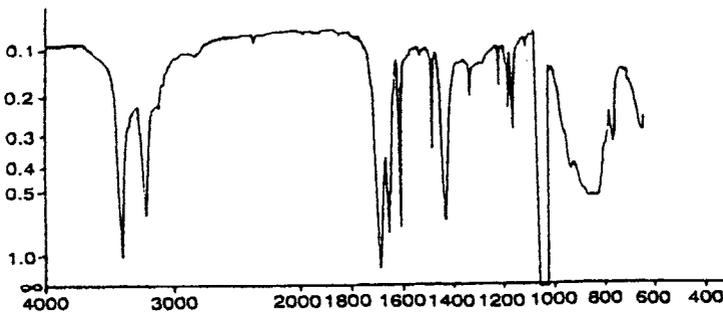
الطيف (1)



(2) الطيف



(3) الطيف



(4) الطيف



(5) الطيف

الحل :

### الطيف (1)

لاحظ أنه لا توجد أشرطة بعد  $3000 \text{ cm}^{-1}$  وهذا يعني عدم وجود أي مركب غير مشبع (Unsaturation). الشريط عند  $1467 \text{ cm}^{-1}$  يتبع تردد ذبذبة الإحناء للمجموعة  $\text{CH}_2$  بينما الشريط عند  $1378 \text{ cm}^{-1}$  يتبع تردد ذبذبة الإحناء التماثلية للمجموعة  $\text{CH}_3$ . عدم وجود أشرطة إمتصاص في المنطقة من  $1300 \text{ cm}^{-1}$  الى  $750 \text{ cm}^{-1}$  دليل على وجود مركب ذي سلسلة مستقيمة، و وجود الشريط عند  $782 \text{ cm}^{-1}$  دليل على وجود عدد أربعة أو أكثر من مجموعة  $\text{CH}_2$  في السلسلة. من ذلك نستنتج أن المركب سائل صيغته الكيميائية  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$  وهو n-decane.

### الطيف (2)

في هذا الطيف وجود عدم التشبع ثابت لوجود شريط المد اللاتماثلي القوي للمجموعة غير المشبعة  $\text{C} = \text{CH}_2$  عند  $3080 \text{ cm}^{-1}$ . الشريط القوي عند  $1643 \text{ cm}^{-1}$  يدل على وجود مجموعة  $\text{C} = \text{C}$ . والأشرطة عند  $998 \text{ cm}^{-1}$  و  $915 \text{ cm}^{-1}$  و  $720 \text{ cm}^{-1}$  تابعة لتردد ذبذبة الإحناء للمجموعة  $\text{C-H}$ . الشريط الضعيف عند  $720 \text{ cm}^{-1}$  يدل على وجود أربعة مجموعات  $\text{CH}_2$  على الأقل. ووجود ترددات تتبع تردد ذبذبات الإحناء  $\text{C-H}$  يدلنا على أن الجزيء يحتوي على مجموعة  $-\text{C}=\text{CH}_2$ . الشريط عند  $1460 \text{ cm}^{-1}$  يتبع تردد ذبذبة الإحناء في المستوى للمجموعة  $\text{C}=\text{CH}$ . وتردد ذبذبة الإحناء التماثلي  $\text{CH}_3$  تظهر عند  $1380 \text{ cm}^{-1}$ . واضح أن أشرطة تردد ذبذبة المد  $\text{CH}$  المشبعة تظهر قبل  $3000 \text{ cm}^{-1}$ ، وحيث أنه لا يوجد إمتصاص في المنطقة من  $1100 \text{ cm}^{-1}$  الي  $1200 \text{ cm}^{-1}$  فإن المركب يكون ذي سلسلة مستقيمة والتركيب الوحيد المتوقع لهذا المركب هو؛

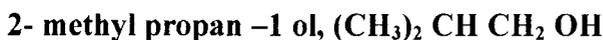


وصيغته  $\text{C}_8 \text{H}_{16}$

### الطيف (3)

لا يوجد إمتصاص في مجموعة  $\text{C-H}$  بعد  $3000 \text{ cm}^{-1}$  وهذا يدل على وجود جزيء مشبع. وجود شريط عريض بين  $3200 \text{ cm}^{-1}$  و  $3700 \text{ cm}^{-1}$  يدل على وجود كحول أو فينول.

لا يوجد إمتصاص عند  $720 \text{ cm}^{-1}$ ، ويستدل من ذلك على أن المركب لا بد أن يكون متفرع. وجود الشريط مزدوج عند  $1386 \text{ cm}^{-1}$  و  $1375 \text{ cm}^{-1}$  دليل على وجود مجموعة أيزوبروبيل (Isopropyl group)، والشريط القوي عند  $1040 \text{ cm}^{-1}$  ناتج عن إمتصاص ذبذبة المد C-O. والتركيب الوحيد المتوقع لهذا المركب هو؛



الطيف (4)

وجود إمتصاص قوي مزدوج عند الترددات  $3380 \text{ cm}^{-1}$  و  $3180 \text{ cm}^{-1}$  يستدل منه على وجود مجموعة  $\text{NH}_2$ . ويوجد أيضاً إمتصاص تابع لذبذبة المد لمجموعة  $\text{C}=\text{O}$  عند  $1665 \text{ cm}^{-1}$ ، وهذا يعطي دليلاً واضحاً على وجود أميد أولي (Primary Amide) وإحتواء المركب أيضاً على حلقة البنزين. وذلك يؤكد أن الجزيء هو البنزاميد (Benzamide).

الطيف (5)

واضح أنه لا يوجد أشرطة إمتصاص للمجموعتين  $\text{CH}_3$  و  $\text{CH}_2$  في المنطقة من  $1300 \text{ cm}^{-1}$  إلى  $1500 \text{ cm}^{-1}$  دليل على عدم وجود مجموعات ألكايل (ALKYL) في الجزيء، علماً بأنه توجد أشرطة قبل وبعد  $3000 \text{ cm}^{-1}$  مما يدل على أن الجزيء يحتوي على مجموعات C-H عطرية وأليفاتية (Aromatic and Aliphatic). شريط ذبذبة المد C-H للبنزين تظهر عند  $3000 \text{ cm}^{-1}$  و  $3100 \text{ cm}^{-1}$ ، وأشرطة مضاعفات وتراكبات الترددات تظهر عند  $1650 \text{ cm}^{-1}$  و  $2000 \text{ cm}^{-1}$ ، وتظهر أشرطة ذبذبة المد الحلقى (C=C) عند  $1550 \text{ cm}^{-1}$  و  $1600 \text{ cm}^{-1}$  والمد الحلقى عند  $1450 \text{ cm}^{-1}$  و  $1500 \text{ cm}^{-1}$ . ويظهر شريط ذبذبة الإتحناء داخل المستوى C-H عند  $1000 \text{ cm}^{-1}$  و  $1300 \text{ cm}^{-1}$  وخارج المستوى عند  $600 \text{ cm}^{-1}$  و  $900 \text{ cm}^{-1}$ . الشريطان عند  $700 \text{ cm}^{-1}$  و  $780 \text{ cm}^{-1}$  يدلان على وجود حلقة أحادية الإحلل. يوجد أيضاً شريط لذبذبة المد C=C عند  $1639 \text{ cm}^{-1}$  وشريطان تذبذب المد خارج المستوى عند  $998 \text{ cm}^{-1}$  و  $915 \text{ cm}^{-1}$ . المركب هو البلمر البولي أستيرين.

مثال 34 :

إنبعث عن بروميد الهيدروجين (Hbr) سلسلة من الخطوط في منطقة الأشعة تحت الحمراء البعيدة وكانت المسافة الفاصلة بين الخطوط تساوى  $16.94 \text{ cm}^{-1}$ . أحسب عزم

القصور الذاتي للجزيء علماً بأن الأوزان الذرية لكل من H و Br هي 1.0 و 79.92 على التوالي.

الحل :

$$\Delta\varepsilon = 2B$$

$$16.94 = 2B$$

$$\therefore B = 8.47 \text{ cm}^{-1}$$

$$B = \frac{h}{8\pi^2 I c} = \frac{6.626 \times 10^{-27}}{8(3.14)^2 \times 3.10^{10} \times I} = 8.47$$

$$\therefore I = 3.3059 \times 10^{-37} \text{ gm. cm}^2$$

مثال 35 :

يمتص أول أكسيد الكربون الطاقة في منطقة الموجات الميكرونية عند التردد 1.153  $\times 10^5$  MHz وينشأ هذا الامتصاص عن الانتقال بين مستويات الطاقة  $J = 0$  ،  $J = 1$ . أحسب المسافة البينية  $\nu'$  وعزم القصور الذاتي لـ CO.

الحل:

$$\begin{aligned} \nu' &= \frac{\nu}{C} \\ &= \frac{1.153 \times 10^5 \times 10 \times 10^6}{3 \times 10^{10}} = 3.84 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\Delta\varepsilon = 2B$$

ونعلم أن

$$\therefore B = 1.92 \text{ cm}^{-1}$$

$$I = \frac{h}{8\pi^2 BC}$$

وحيث أن

$$\begin{aligned} \therefore I &= \frac{6.626 \times 10^{-27} (\text{erg sec})}{8(3.14)^2 \times 1.92(\text{cm}^{-1}) \times 3 \times 10^{10} (\text{cm / sec})} \\ &= 1.45 \times 10^{-35} \text{ gm} \cdot \text{cm}^2 \end{aligned}$$

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{(12)(16)}{(12 + 16)(6.022 \times 10^{23} \text{ gm})}$$

$$= 1.138 \times 10^{-22} \text{ gm}$$

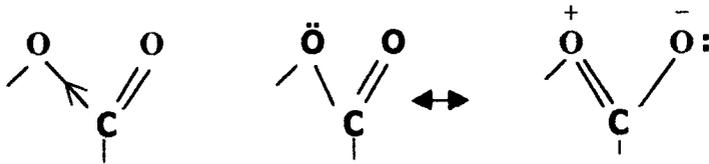
$$I = \mu r^2$$

$$= 1.45 \times 10^{-35} = 1.138 \times 10^{-22} v^2$$

$$\therefore r = 0.3569 \times 10^{-7} \text{ cm}$$

مثال 36 :

عندما ترتبط مجموعة الكربونيل بذرة أكسجين يوجد تأثيران كل منها عكس الآخر يؤثران على مجموعة الكربونيل.



تأثير تحريضي [يزيد التردد]

تأثير الرنين [يقلل التردد]

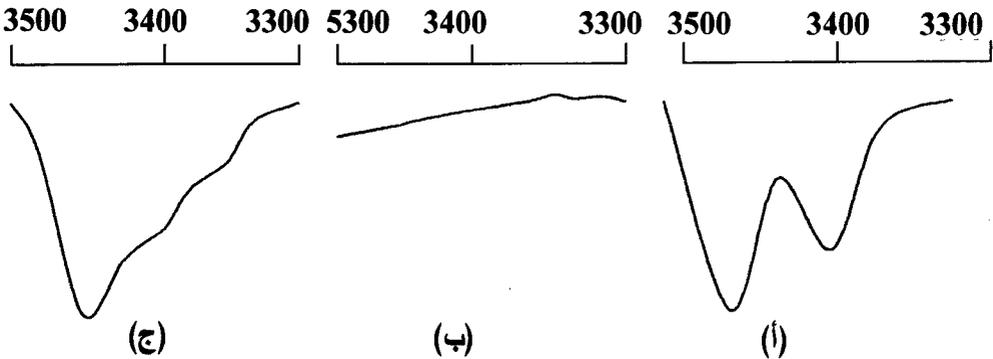
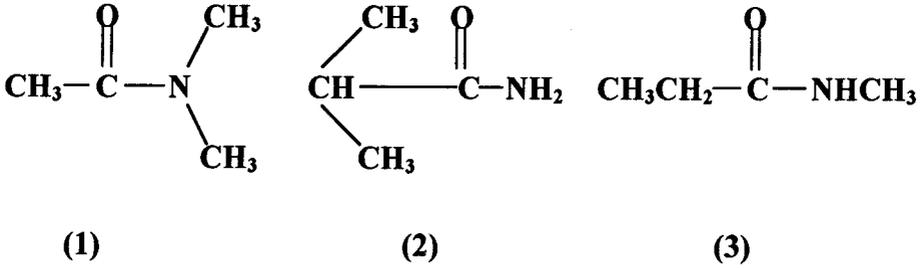
يمتص حمض الكربوكسيل الأليفاتي المشبع بالقرب من  $1760 \text{ cm}^{-1}$ . بالمقارنة بالكينون الأليفاتي المشبع، حدد أي التأثيرين السابقين يتغلب في حمض الكربوكسيل؟.

الحل :

التأثير التحريضي، جذب الإلكترون من مجموعة الكربونيل، يزيد من رتبة الرابطة وعلى ذلك يزيد تردد هذه المجموعة.

مثال 37 :

يمكن التفريق بين الأميدات الأولية والثانوية والثالثية باستخدام محاليل مخففة في مذيبات غير قطبية وذلك بفحص منطقة الترددات العالية من أطياف امتصاصها. رتب المركبات التالية حسب أجزاء الطيف المقابلة لها.



الحل :

الجزء (ج) يقابل المركب (3) و الجزء (ب) يقابل المركب (1) والجزء (أ) يقابل المركب الثاني.

مثال 38 :

رتب الأطياف الموضحة في الشكل حسب إحتوائها على الآتي:

ألفاتية فقط.

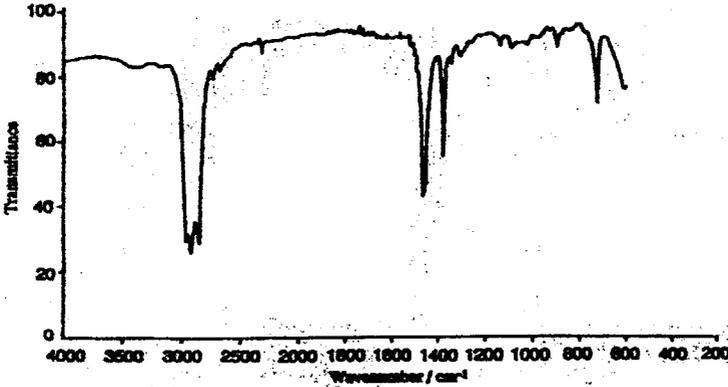
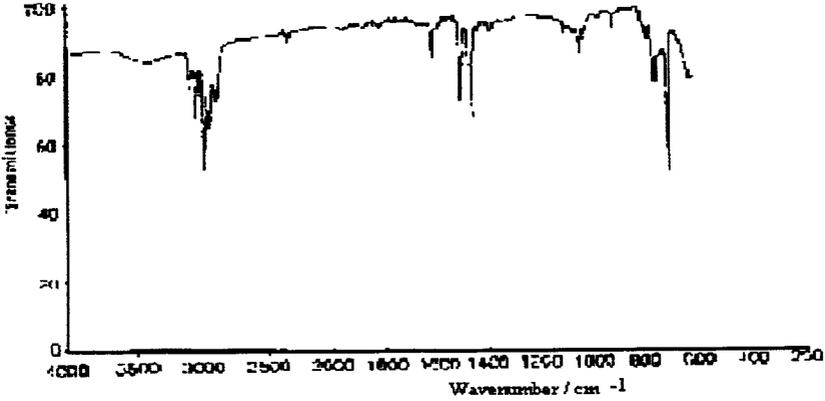
أ - رابطة C - H

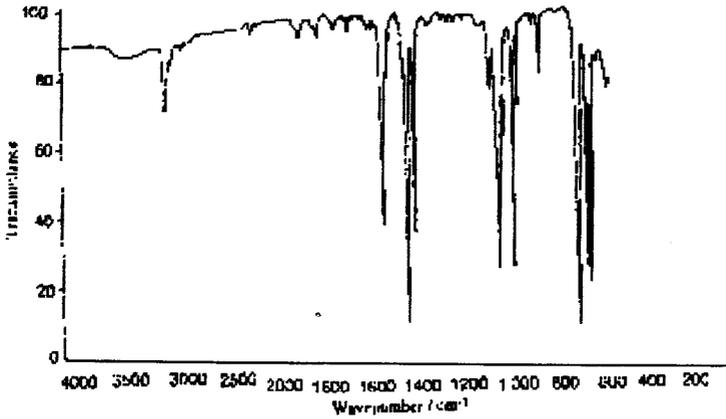
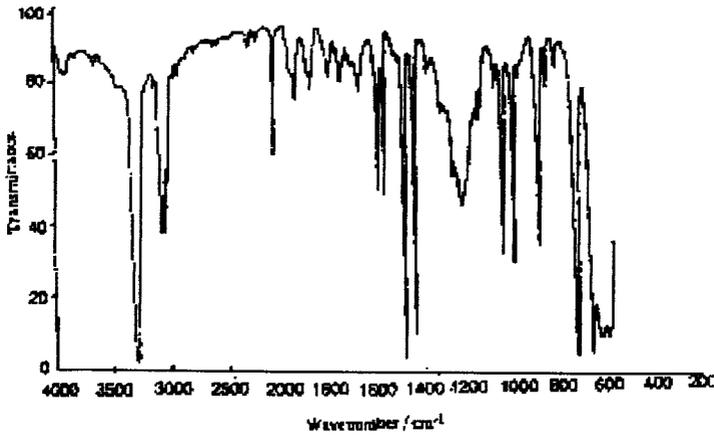
ألفاتية وعطرية.

ب - روابط C - H

ج - مركب ألكين Alkene أو عطري.

د - مركب ألكاين Alkyne.





الحل :

الطيف (1)، يظهر في هذا الطيف سلسلة من أشرطة امتصاص ذبذبة المد C-H قبل وبعد  $3000 \text{ cm}^{-1}$ . معنى ذلك أن هذا المركب يحتوي على روابط C-H الأليفاتية والعطرية.

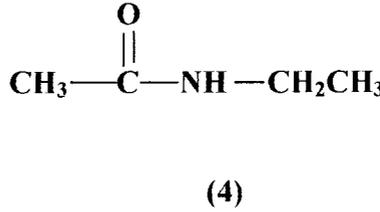
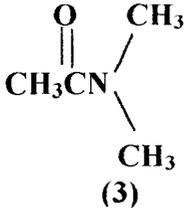
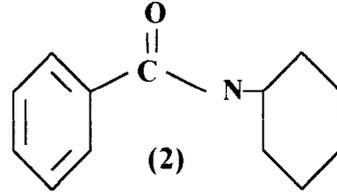
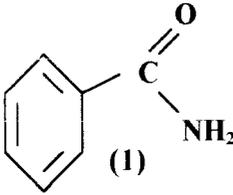
الطيف (2) لا يظهر في هذا الطيف أشرطة امتصاص بعد  $3000 \text{ cm}^{-1}$  دليل على إحتوائه على روابط C-H الأليفاتية فقط.

الطيف (3) يظهر في هذا الطيف أشرطة إمتصاص لذبذبة المد C-H العطرية في المنطقة من  $3000\text{ cm}^{-1}$  إلى  $3100\text{ cm}^{-1}$ . ويظهر أيضاً شريط إمتصاص قوي عند  $3300\text{ cm}^{-1}$  دليل وجود تردد ذبذبة المد C-H للألكاين.

الطيف (4) لا يظهر أشرطة إمتصاص قبل  $3000\text{ cm}^{-1}$  وهذا ينفي وجود رابطة أليفاتيه فهذا المركب إما أن يكون عطري ولا يحتوى على مركب أليفاتي أو يكون مركب الكيني بسيط.

مثال 39 :

في أي مركبات الأמיד التالية تعتمد ذبذبة المد لمجموعة الكربونيل عند قياسها في محلول على تركيز المحلول؟.



الحل :

كل من المركبين (1) و (4) يحتوي على ذرة هيدروجين متصلة بذرة نيتروجين ومن ثم من الممكن أن تشارك في رابطة هيدروجينية.

مثال 40 :

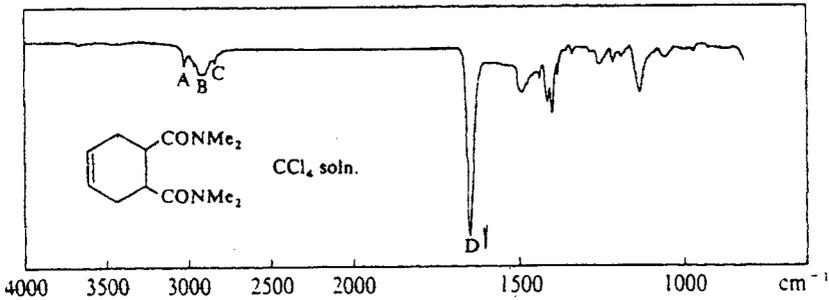
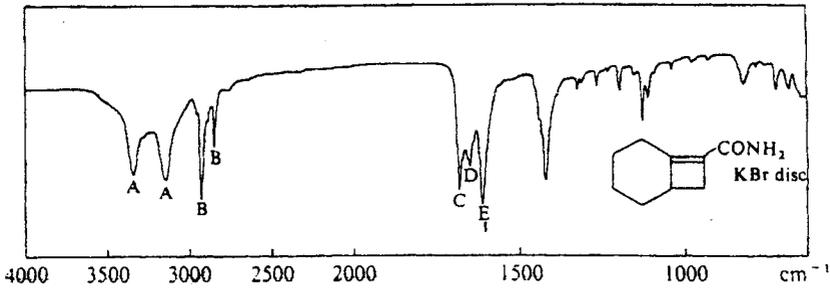
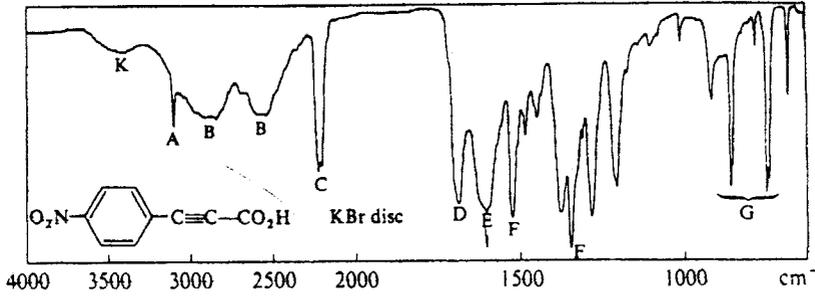
ما هي مادة الأقراص [النوافذ] التي يجب إستخدامها في خلية السوائل لقياس محلول مائي رقمه الهيدروجين  $\text{PH} = 7$ ؟.

الحل :

نعلم أن جميع المواد التي نكرناها من قبل تذوب في الماء وعلى أي حال المادتان التي يمكن استخدامها في حالة السوائل المائية هما  $\text{Ca F}_2$  أو  $\text{Ba F}_2$ ، ولكن يجب أن لا تأخذ PH قيمة عالية ولا بد أن تظل قيمتها حول 7.

مثال 41 :

إذكر نوع المجموعة الوظيفية التي تمتص الأشعة تحت الحمراء عند ترددات الأشرطة المبينة على الأطياف في الأشكال التالية.



الحل :

الطيف الأول:

الحرف	$\nu' \text{ cm}^{-1}$	التصنيف
A	3100	مد C-H (Aryl)
B	2400-3200	مد O-H (رابطة هيدروجينية لحمض الكربوكسيل)
C	2225	مد C (مقترنة)
D	1690	مد CO <sub>2</sub> H- (مقترنة)
E	1605	حلقة بنزين
F	1520, 1350	مجموعة NO <sub>2</sub> (مقترنة)
G	950-650	مجموعة NO <sub>3</sub> من الصعب التأكد من القضييب الملامم لكثرة عدد الأشرطة ولكن هذه الأشرطة تتبع البنزين متعدد الاحلال

الطيف الثاني

الحرف	$\nu' \text{ cm}^{-1}$	التصنيف
A	3340, 3140	مد N-H زوج أشرطة للأميد -NH
B	2840, 2930	مد C-H (مشبع)
C	1680	مد C=O (أميد)
D	1650	أميد II
E	1610	مد C=C (مقترن وحادث له إنفصال)

يلاحظ هنا أن هذا الطيف يظهر زوج الأشرطة التابع لمجموعة NH<sub>2</sub> وكذلك زوج من الأشرطة في منطقة C=O تابع للأميد الأولى في الحالة الصلبة.

الطيف الثالث

الحرف	$\nu' \text{ cm}^{-1}$	التصنيف
A	3020	مد C-H (أليفتيك)
B	2920	مد C-H (مشبع)
C	2830	مد C-H (N-CH <sub>3</sub> )
D	1650	مد C=O (أميد ثالثي)

يوضح هذا الطيف عدم ظهور N-H، والسبب التماثل لا يظهر شريط لذبذبة C=C.

مثال 42 :

بين أي العبارات التالية صحيحة؟.

أ - أشرطة إمتصاص كل من C = N ، N = N قوية جداً.

ب- أشرطة C = N أقوى كثيراً من أشرطة N = N.

ج- أشرطة كل من C = N ، N = N ضعيفة جداً.

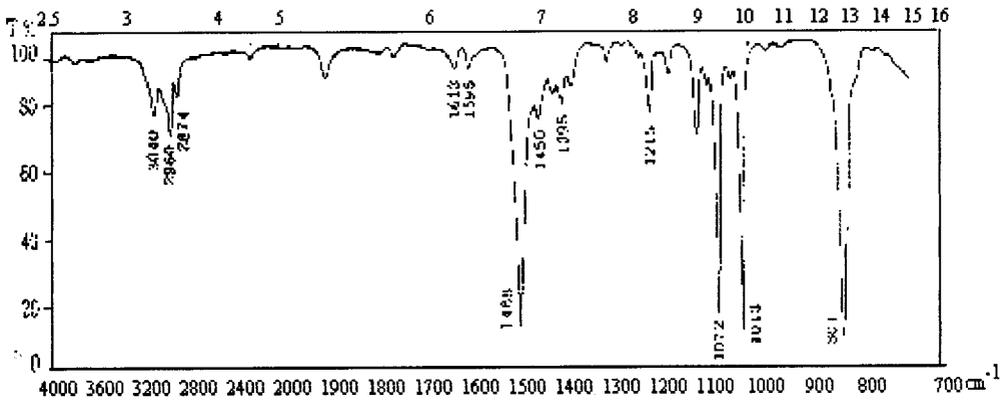
الحل :

العبارة (ب) هي الصحيحة. تذكر أن شدة الإمتصاص تعتمد على مقدار تغير عزم ثنائي القطب أثناء التذبذب.

مثال 43 :

إستنتج تركيب الصيغ الكيميائية الموضحة على كل طيف من الأطياف التالية:

طيف (1) :  $C_7H_7Br$



الحل :

νcm-1	التصنيف
3040	تردد المد CH عطري Parasubstitution
2960	تردد المد للميثيل CH
2874	
2000-1600	شكل يؤكد وجود إحلل بارا
1613	حلقة الفينيل
1595	
1488	
1450	ميثيل وحلقة فينيل
1395	ميثيل
1215	تردد إنحناء CH للفينيل في المستوى
1072	
1013	
801	تردد إنحناء CH خارج المستوى

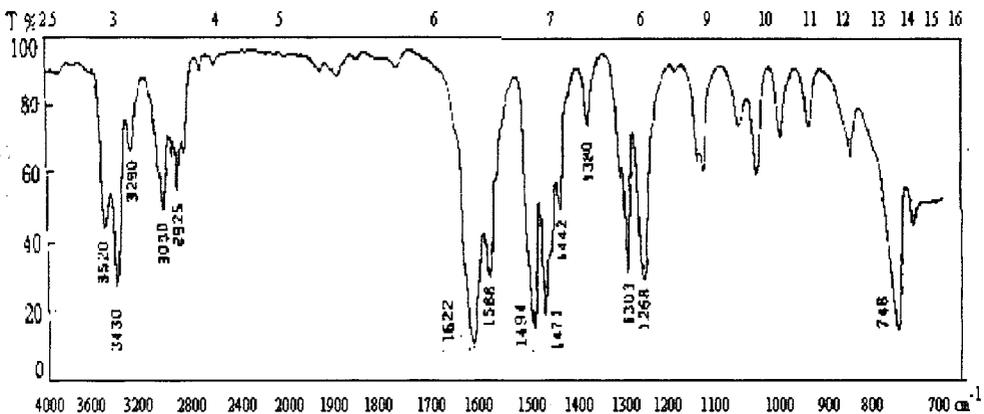
هذه الترددات تدل على أن حلقة الفينيل بها إحلل بارا (Para) و التركيب الصحيح

للصيغة الكيميائية هي  $C_7H_7Br$  **P-Bromotoluene**

للصيغة الكيميائية



طيف  $C_7H_9N$  : (2)



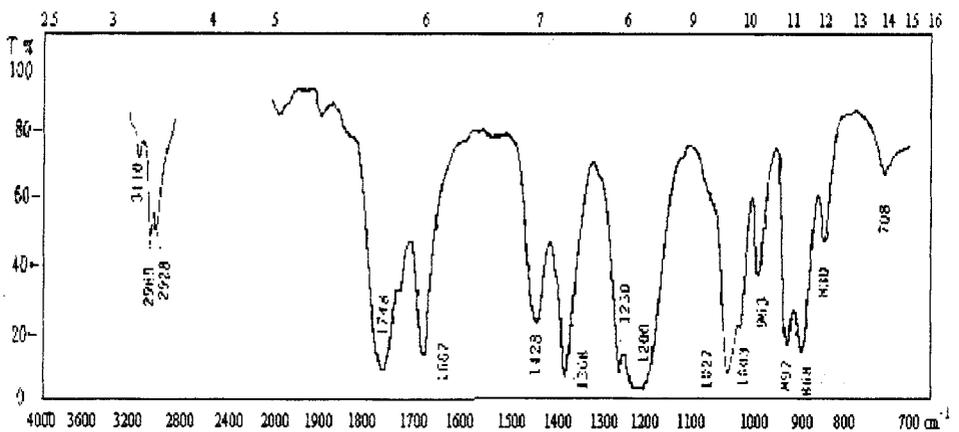
الحل :

$\nu_{cm^{-1}}$	التصنيف
3520 3430	تردد المد $NH_2$
3290	تردد المد $NH$ (مترايط)
1620	تردد إنحناء $NH_2$
1588 1494 1471 748	O. Substituted Phenyl
1442 1380	ميثيل
1268	تردد مد C-N

التركيب الصحيح للصبغة الكيميائية  $C_7H_9N$  هو O.Toluidine.



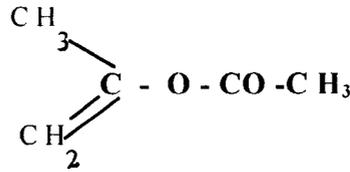
طيف (3):  $C_7H_9N$



الحل :

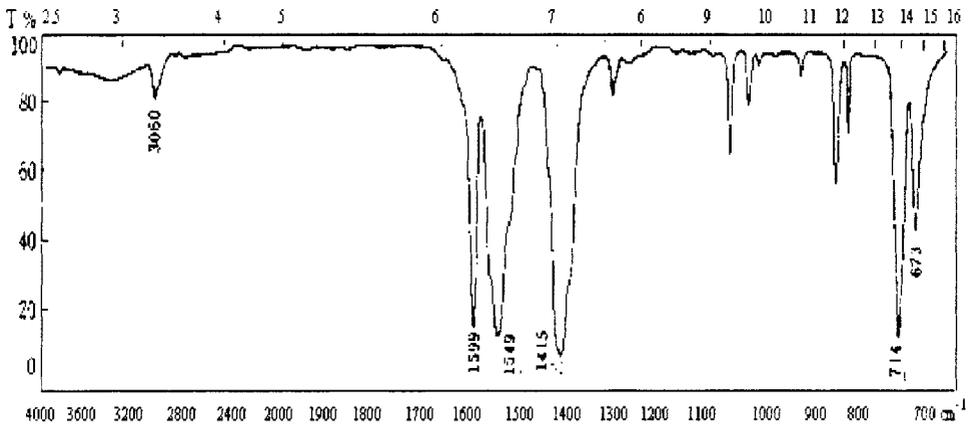
$\nu_{cm^{-1}}$	التصنيف
3110	تردد المد =CH <sub>2</sub>
2989 2928	تردد المد -CH <sub>3</sub>
1748	تردد مد C=O (استر فينيل)
1667	تردد مد C=C
1428 1368	تردد إنحناء CH <sub>2</sub> ، CH <sub>3</sub>
1250 1200	تردد مد لا تماثلي =C-C=
1027	تردد مد تماثلي =C-C=
868	تردد إنحناء خارج المستوى CH

التركيب الصحيح للصيغة الكيميائية C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub> ISO Propenyl acetate



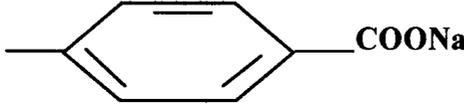
مثال 44 :

اذكر اسم هذا المركب الذي يحتوي على الصوديوم.



الحل :

أشرطة الامتصاص عند الترددات :  $673, 714, 1599, 3060\text{cm}^{-1}$  يدل على وجود حلقة فينيل أحادية الإحلال. والشريطان عند التردد  $1549\text{cm}^{-1}$ ،  $1415$  يدلان على وجود أيون لكاربوكسيلات. وهذا يدل على أن المركب هو Sodium Benzoate.



مثال 45 :

فى طيف المواد العطرية، إكتب ترددات المد لذبذبة الحلقة وترددات ذبذبات الإنحاء C-H خارج المستوى.

الحل:

ترددات المد للحلقة  $1600, 1500\text{ cm}^{-1}$ .  
ترددات ذبذبة الإنحاء C-H خارج المستوى  $900 - 600\text{ cm}^{-1}$ .

مثال 46 :

إذا كان تردد الذبذبة الأساسية لجزيء  $\text{HI}^{127}$  يساوى  $2309.5\text{ cm}^{-1}$ ، إوجد قيمة ثابت قوة الرابطة.

الحل:

$$v' = \frac{1}{2\pi c} \sqrt{\frac{K}{\mu}}$$

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} = \frac{1 \times 127}{1 + 127} \times \frac{1}{6.023 \times 10^{23}} = 1.65 \times 10^{-24}$$

$$2309.5 = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 3 \times 10^{10}} \sqrt{\frac{K}{1.65 \times 10^{-24}}}$$

$$k = 312.38 \times 10^3 \text{ gs}^{-2}$$

مثال 46 :

إختار ثلاثة ترددات من الترددات التالية تظهر أشرطتها في طيف مركب عطري:  
3150, 2960, 1700, 1610, 1480, 1440, 900, 775 cm<sup>-1</sup>

الحل:

الترددات التي تظهر في طيف مركب عطري هي:  
775, 1480, 1610, 3150 cm<sup>-1</sup>

مثال 47 :

إنكر لماذا تظهر ذبذبات C-H, N-H, O-H, S-H عند ترددات أعلى من ترددات الذبذبات الأخرى؟

الحل:

لأن ذرة الهيدروجين أخف من الذرات الأخرى الأثقل نسبياً.

مثال 48 :

علل لماذا يمتص أول أكسيد الكربون عند 2143 cm<sup>-1</sup>.

الحل:

يمتص أول أكسيد الكربون عند  $2143\text{cm}^{-1}$  وهذا التردد قريب من تردد الرابطة الثلاثية  $\text{C}\equiv\text{C}$  مما يدل على أن رتبة الرابطة في أول أكسيد الكربون ثلاثية وهذا هو السبب.

مثال 49 :

استنتج إسم المركب المجهول من الترددات و التصنيفات المبينة في كل جدول.

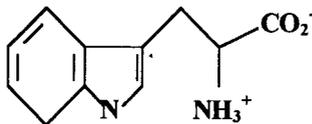
الحل:

(1)

التردد $\text{vcm}^{-1}$	التصنيف
3400	أندول (Indole) N-H
3040	شريط الأمونيوم $-\text{NH}_3^+$
2500 و 2100	شريطان ميزان لحمض الأمينو Amino Acid وأملاح الأمين الأولى
1665	حمض الأمينو Amino Acid I
1610	من المحتمل أن يكون Anyl Group
1590	حمض الأمينو Amino Acid II ومجموعة الكربوكسلات المؤينة $-\text{CO}_2^-$
1550	إلتواء $-\text{NH}_3^+$
750 أو 740	إتحاء C-H خارج المستوى

الحل:

المركب هو:

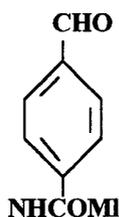


(٢)

التردد $\text{vcm}^{-1}$	التصنيف
3260 و 3300	أميد ثانوى NH
3110 و 3190	أميد ثانوى
3060	أريل (Aryl)C-H
2730 و 2810	ألدهايد C-H
1680 و 1695	ألدهايد C=O، أميدا
1600	حلقة بنزين
1535	أميدا II
1510	حلقة بنزين
835	بنزين ثنائى الاحلال (بارا)

الحل:

المركب هو



(٣)

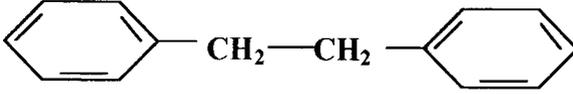
التردد $\text{vcm}^{-1}$	التصنيف
3020 و 3040 و 3060	تردد مد C-H العطرية
2860 و 2918 و 2938	تردد مد C-H مشبعة
2000-1600	أشرطة مميزة للفينول أحادي الإحلال
1493 و 1584 و 1600	تردد مد C=C العطرية
1452	تردد إنحناء C-H العطرية والأليفاتية

702 و 756

أربعة H متجاورة على الفينيل

الحل:

المركب هو



مثال 50 :

إنكر إسم المركب غير العضوي الذي يعطى طيف إمتصاصه للأشعة تحت الحمراء  
أشرطة عند الترددات التالية:  $700 \text{ cm}^{-1}$  و  $870 \text{ cm}^{-1}$  و  $1450 \text{ cm}^{-1}$ .

الحل:

المركب هو كربونات الكالسيوم.