الباب التاسع

تفسير طيف الأشعة تحت الحمراء

Interpreted Infrared spectra

obeikandl.com

obeikandl.com

في هذا الباب سنستعرض ثلاثين طيفا في هذا الباب لمركبات مختلفة :

1- **الهكسان** Hexane

شكل (1-9) يعطي مثالا لسلسلة خطية كربونية مشبعة وان الحزمة الضوئية الشديدة الكثافة في المنطقة $3305Cm^{-1}$ وحتى $2817Cm^{-1}$ لمجموعة $-CH_2-$ امتصاص حزمة المثيلين المتماثلة عند $1375Cm^{-1}$ والتالية في طيف الامتصاص ولا يوجد برهنة لأي مجموعة أخري في المنطقة $3500Cm^{-1}$ وحتى $1400Cm^{-1}$ متوقعة غير الملاحظ قبل ذلك والامتصاص عند $725Cm^{-1}$ ربما يعتبر خاصة لسلسلة كربون – كربون في الهيدروكربونات الخطية المحتوية لمجموعة من المثيلين.

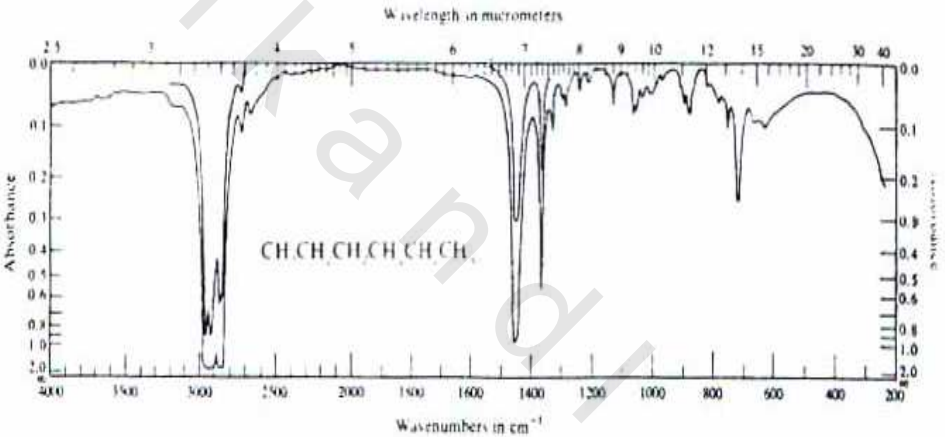

Fig. 9.1 *n*-hexane, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

2- **الهكسان الحلقي** Cyclohexane

الشكل (2-9) يوضح طيف الهيدروكربونات المشبعة المفتوحة والمحقق يلاحظ حزمة مجموعة الميثيلين المتماثلة وغير المتماثلة المتوترة غير الموجودة علي طول رباط الميثيل المتماثلة عند $1375Cm^{-1}$ امتصاص حزمة الرباط للميثيلين عند $1446Cm^{-1}$ كما هو ملاحظ حادة عن مثيلها الامتصاصية في طيف الهكسان. قارن مع شكل (1-9): الحزم عند 900 و $850Cm^{-1}$ خاصة بالحلقة للهكسان.

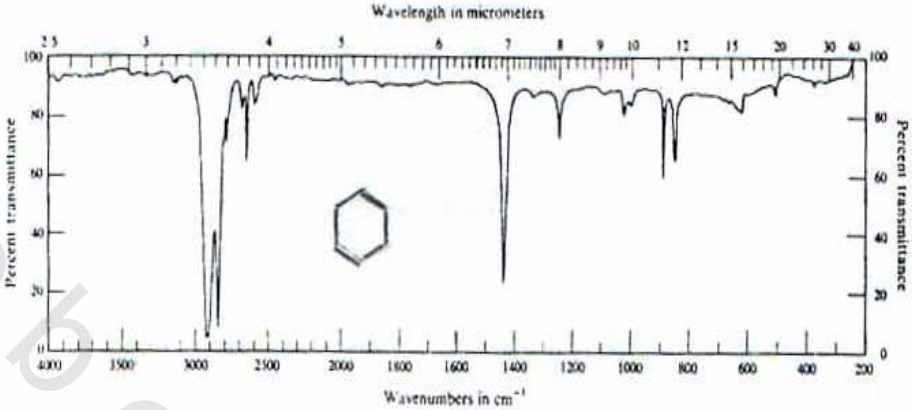

Fig. 9.2 Cyclohexane, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

3- **الكوسان** Elcosane

هـو مركـب يحتـوي علـي عـشرين ذرة كربـون – اليفـاتي مـشبع. بالملاحظة من الشكل (1-9) نلاحظ حزمة في المدى $1350Cm^{-1}$ وحتى $1470Cm^{-1}$ مبينـه مجموعـة الميثيلين، وهـذا مؤكـد بكثافـة المنطقـة $70Cm^{-1}$ نسبيا لتلك المناطق $1350Cm^{-1}$، $1470Cm^{-1}$ كمـا تـبين الكثافـة أن التفرعـات غـير موجـودة علـي طـول خـط السلـسلة الهيدروكربونية عموما هذا المركب له نقطة انصهار منخفضة.

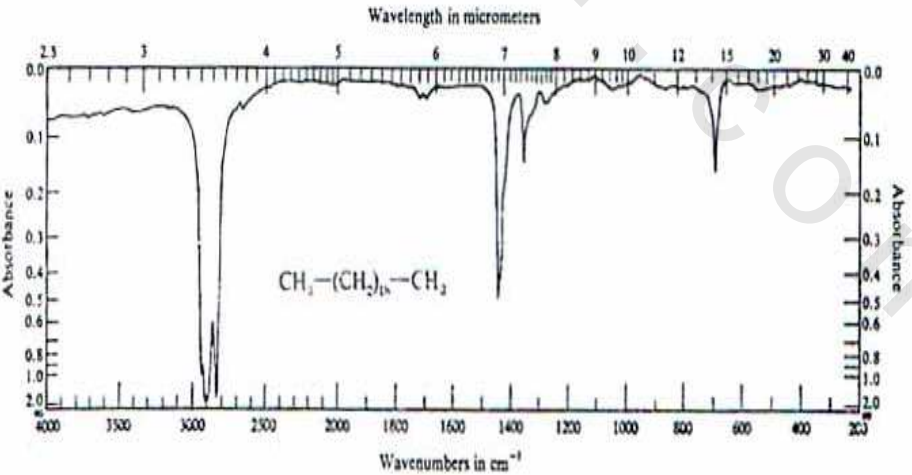

Fig. 9.3 Eicosane, melt in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

4- **فاينيل هكسان حلقي** Vinyl cyclohexane

الكثافة الامتصاصية في الطيف للحزمة عند $2930Cm^{-1}$ وحتى $2855Cm^{-1}$، حيث المركب وجدت له حزمة امتصاص لمجموعة المثيلين عند $1442Cm^{-1}$ – حادة. ولا يلاحظ امتصاص لحزمة ميثيل غير مماثلة عند المنطقة $1380Cm^{-1}$ مشيرا لمجموعة الاكيل الحلقية.

علي أي حال توجد حزمة تعود إلي مجموعة الفاينيل واضحة في الطيف للشكل (4-9) يلاحظ امتصاص عند المنطقة $3055Cm^{-1}$ تدل علي الرابطة المزدوجة كربون- كربون، وحزمة عند $1410Cm^{-1}$ لرابطة كربون – هيدروجين، ورابطة أخري لنفس الرابطة السابقة خارج المستوي عند المنطقة $980Cm^{-1}$، $905Cm^{-1}$. كما يلاحظ عدة امتصاصات أخري من $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$ وتسجيل طيف آخر سميك عند $1825Cm^{-1}$ وتكون مزدوجة للطيف الأول للكربون – هيدروجين خارج المستوي.

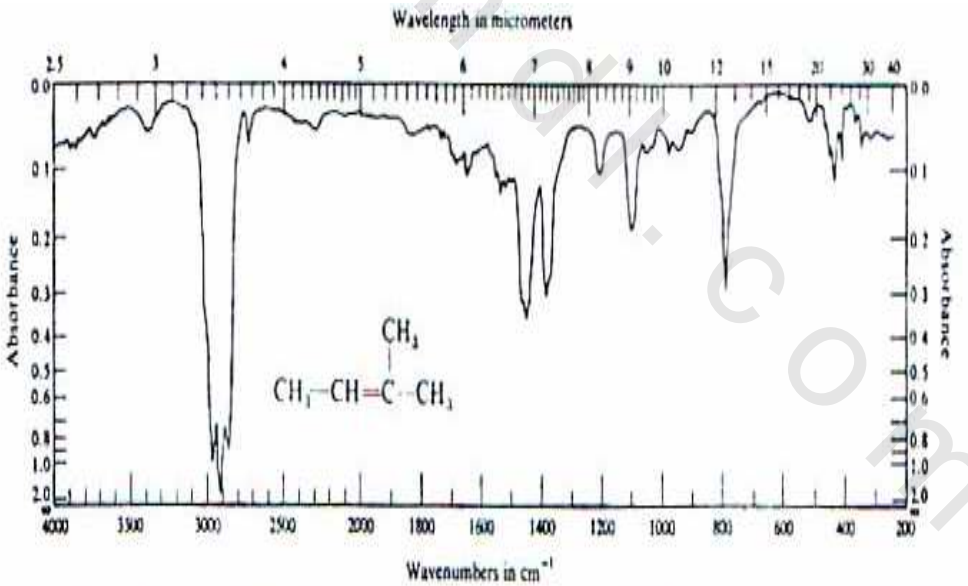

Fig. 9.5 2-methyl-2-butene, vapor in a gas cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

5- 2- **ميثيل – 2- بيوتين** 2- methyl -2- butene

طيف هذا المركب كما هو واضح من الشكل (5-9) المأخوذ من عينه غازية. ويختلف المركب في الخصائص الطيفية من الشكل (1-9) إلي (3-9) وجود حزمة عند المنطقة $2975Cm^{-1}$ وهي أكثر الحزم كثافة وعند $2875Cm^{-1}$ وتركيبه حزمة رباط ميثيلين وميثيل عند $1500Cm^{-1}$، $1380Cm^{-1}$

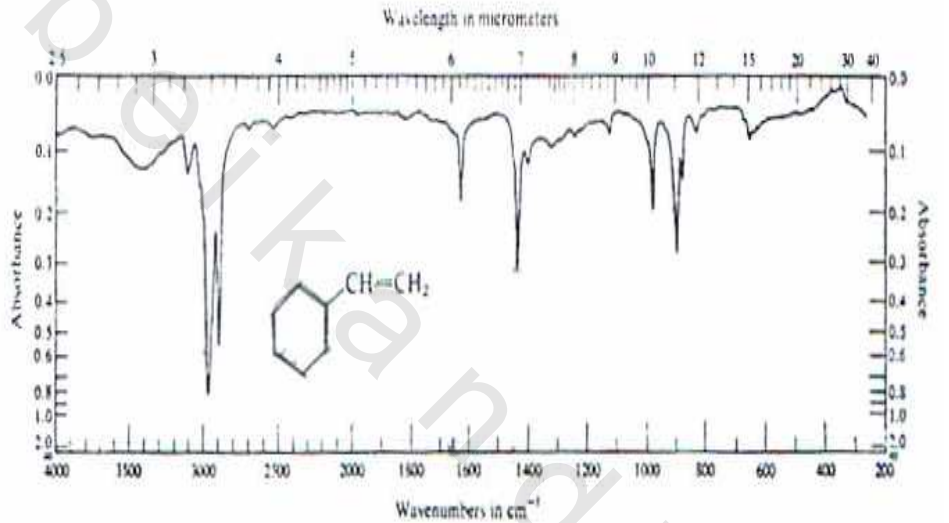

Fig. 9.4 Vinylcyclohexane, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

6- **ميتا – زيلين** m-xylene

طبيعة مجموعات الالكيل يمكن أن تشتق في المنطقة من 2950 وحتى $2850Cm^{-1}$ حيث إنها تتعلق لمجموعة كربون – هيدروجين الحلقية عند $2850Cm^{-1}$ حزمة ضوئية عند $1470Cm^{-1}$، $1375Cm^{-1}$ مرتبطة بمجموعة الميثيل أو سلسلة قصيرة جدا لمجموعة الكيل حزمة امتصاص رئيسية عند المنطقة 770Cm-1 مع الحزم في المنطقة $2000Cm^{-1}$ وحتى $1167Cm^{-1}$ التي تبين استبدالات موضع الميتا. شكل (6-9) .

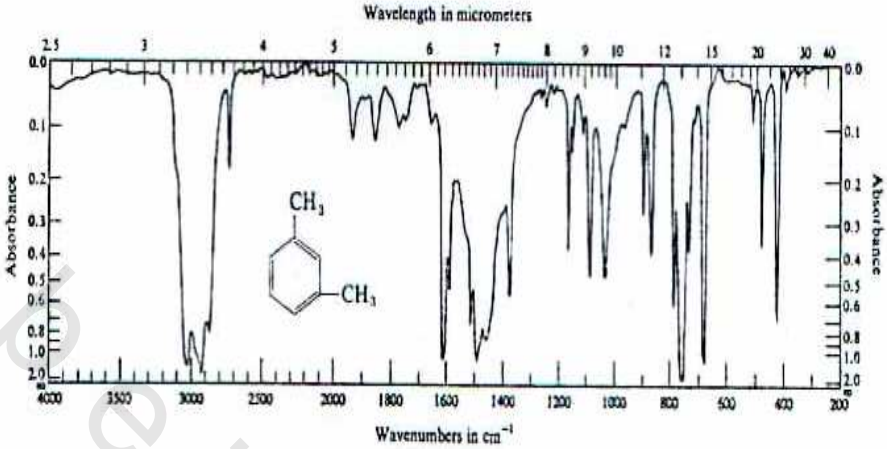

Fig. 9.6 *m*-xylene, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

7- **كيومين** Cumene

الطيف المنظور في الشكل (7-9) يبين امتصاص لمخلوط المركبات والاليفاتية والحلقية كما هو معين بالفحص للحزم متمركزة عند المنطقة 3000Cm-1 عدم وجود امتصاص في منطقة الهيدروكسيل، الامينو والكربونيل بجانب الافتقار لأي حزمة أخري قوية أو مميزة تؤكد المهمة العامة لمجموعة الكيل بنزين.

تظهر امتصاص الحلقة العطرية الهيدروجينية عند Cm^{-1} 3075، Cm^{-1} 3045 $3020Cm^{-1}$ وتظهر حزمة امتصاص كربون – كربون عند Cm^{-1} 1600، $1490Cm^{-1}$ في مستوي رباط الهيدروجين بينه عند $1100Cm^{-1}$، $1000Cm^{-1}$ ومزدوجة عند $700Cm^{-1}$، $760Cm^{-1}$، والتي ربما تعود إلي مجموعة كربون – هيدروجين خارج السطح، علاوة علي ذلك، نموذج الاستبدال الأحادي عند المنطقة $833Cm^{-1}$. وحتى $625Cm^{-1}$. ويؤكد التفسير بواسطة النموذج الميثالي للاستبدال الأحادي عند المنطقة $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$.

وتفسير مجموعة الالكيل من الازدواجية عند $1380Cm^{-1}$، $1365Cm^{-1}$ والتي تخص مجموعة الايزوبروبانول. وعموما عملية التفسير لهذا المركب إنما تحتاج إلي فحوص أخري مثل البيانات الفيزيائية التي تحقق تلك المادة.

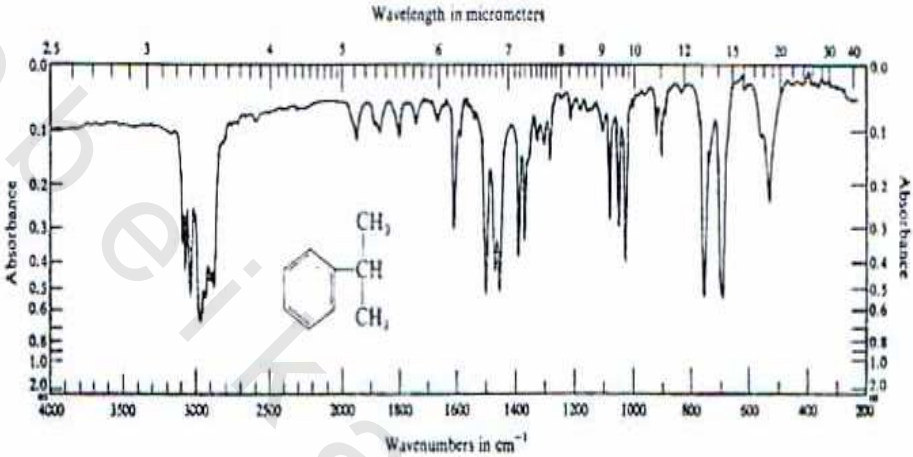

Fig. 9.7 Cumene, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

8- **رباعي – بيوتيل بنزين** t- Butylbenzone

ملاحظة مماثلة بين (7-9) (8-9) حيث الفرق يظهر الطيف في جزئية السلسلة والفرق الواضح المهم هو في الكثافة $2959Cm^{-1}$ امتصاصية مماثلة في مجموعة الميثيل وامتصاص عند $1268Cm^{-1}$، $1205Cm^{-1}$ لتعيين المركب المذكور.

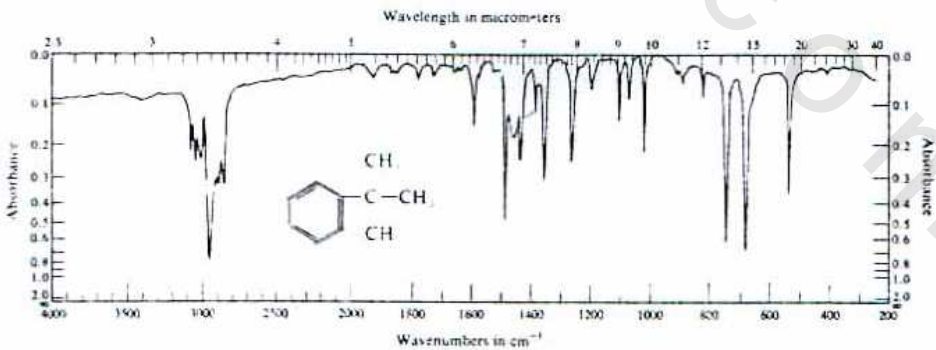

Fig. 9.8 *t*-butylbenzene, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

9- **بارا – سايمين** P- cymene

البساطة في الطيف المخلوط لكلا من المجموعات العضوية والاليفاتية وعدم وجود مجموعات دالة هي الملاحظة الابتدائية المهمة المطلوبة في الفحص لطيف الشكل (9-9) حزمة ضوئية كثيفة قوية عند $815Cm^{-1}$ مقترحا تركيبه لاستبدال –بارا- عطرية. هذه الملاحظة يبين بواسطة حزمة رباط فريدة خارج السطح بين $1667Cm^{-1}$، $1429Cm^{-1}$ والنموذج الخاص بين $1380Cm^{-1}$, $1360Cm^{-1}$

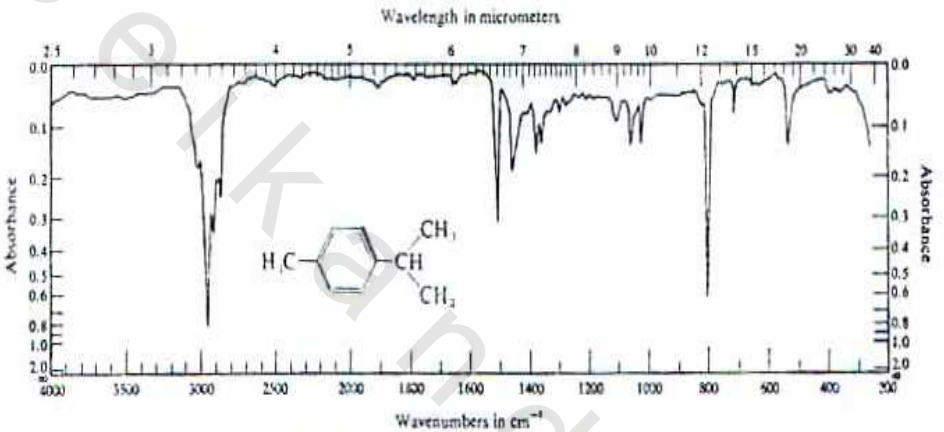

Fig. 9.9 *p*-cymene, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

10- **فينيل اسيتيلين** Phenyl acetylene

يلاحظ وجود كثافة ضوئية لحزمة عند $3275Cm^{-1}$ لرباط كربون – هيدروجين المتوترة مقترحا وجود رباط ثلاثي لمجموعة $C \equiv C$ حاصرة هيدروجين واحدة مستبدلة هذه المجموعة يظهر إنها لا تحتوي علي مجموعة أكسجين – هيدروجين، ونتروجين – هيدروجين والتقدير يحدد بوجود حزمة ضعيفة عند $2100Cm^{-1}$ (4.76um)

ويبين الامتصاص عدم وجود امتصاص الكان (مشبع) ويوضح بشدة حزمة عطرية عند $3050Cm^{-1}$، $1485Cm^{-1}$، $1445Cm^{-1}$ والحزمة النموذجية عند $695Cm^{-1}$، $760Cm^{-1}$ مبرهنا لاستبدال أحادي الحلقة

للبنـزين وكثافـة حزمـة بـين $2000Cm^{-1}$ ، $1667Cm^{-1}$ تعتـبر طفيفـة تماما لتؤكد الاستبدال الأحادي.

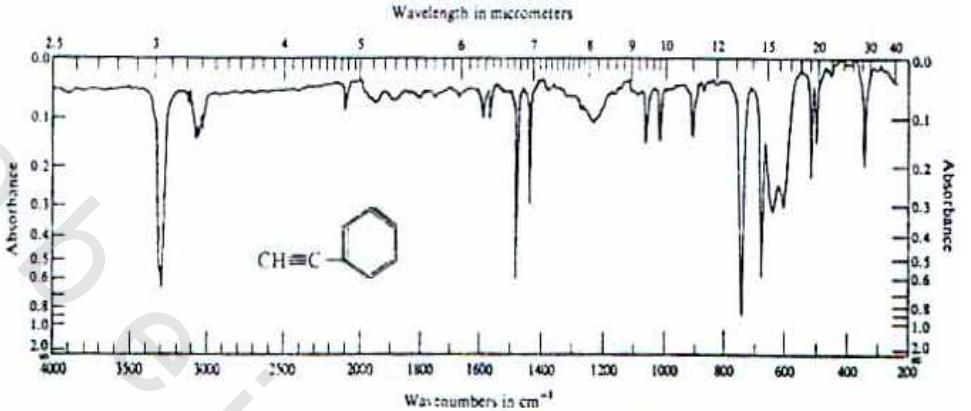

Fig. 9.10 Phenylacetylene, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

11- **بنزونتريل** Benzonitrile

شـكل (11-9): يـبين ظهـور حزمـة عنـد $2225Cm^{-1}$ لمجموعـة النتريل وهـي المجموعـة الوحيـدة لحلقـة البنـزين. عنـدما تـرتبط لمجموعـة البنائيـة وتقـع بـين $2260Cm^{-1}$، $2240Cm^{-1}$ وموضـع الامتصاص عنـد $758Cm^{-1}$ ،687

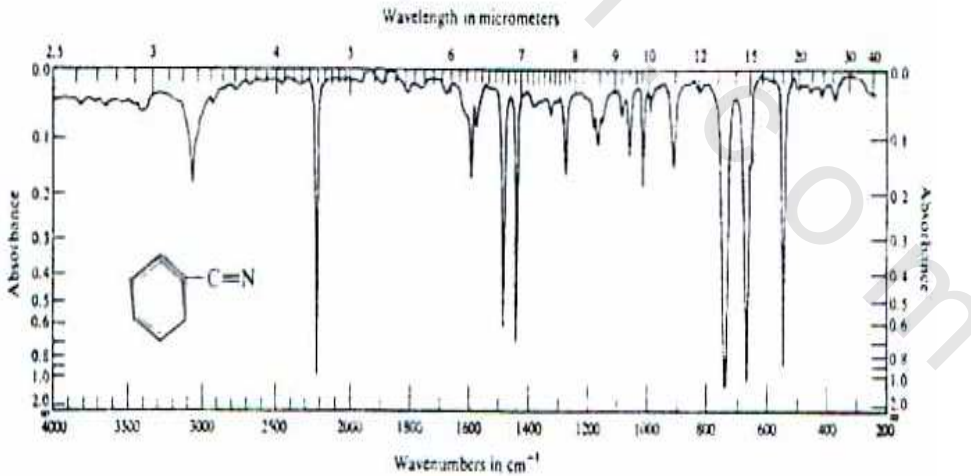

Fig. 9.11 Benzonitrile, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

12- **فينول** Phenol

انظر الشكل (12-9): يوضح حزمتين أساسيتين للطيف عند $3333Cm^{-1}$، $1220Cm^{-1}$ مبينه مجموعة الهيدروكسيل المرتبطة للحلقة العطرية والتآلف لحزم عند $1660Cm^{-1}$، $1500Cm^{-1}$ معا مع تلك الحزم عند $2000Cm^{-1}$، $1667Cm^{-1}$ ومع الحزم بين 776، $680Cm^{-1}$ لتدل علي الاستبدال الأحادي لحلقة البنزين، وعادة الحزمة المتوترة لمجموعة C-H العطرية ضعيفة الامتصاص وغالبا غامضة بواسطة حزمة توتر مفلطحة لهيدروكسيل في المنطقة $3300Cm^{-1}$

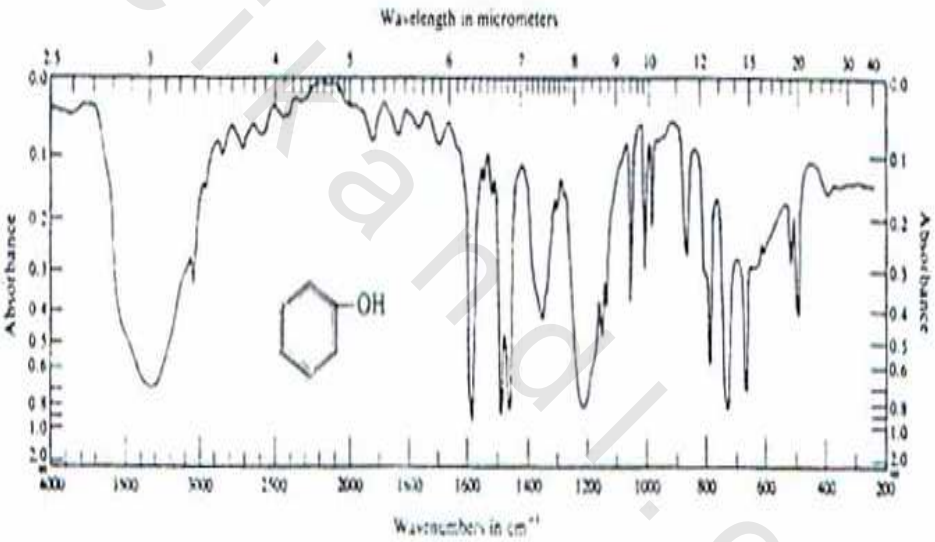

Fig. 9.12 Phenol, pure liquid in capillary celf. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

13- **ن- نيونيل الكحول** n- butylalcohol

شكل (13-9) يبين حزمة مفلطحة عند $3350Cm^{-1}$ مبينه لمجموعة الكحول أو أمين ويوضح الطيف مجموعة اليفاتية ولا توجد مجموعة عطرية كذلك توجد أحزمة بين $1250Cm^{-1}$، $1000Cm^{-1}$ لحزمة توتر كربون – أكسوجين نموذجية للكحول.

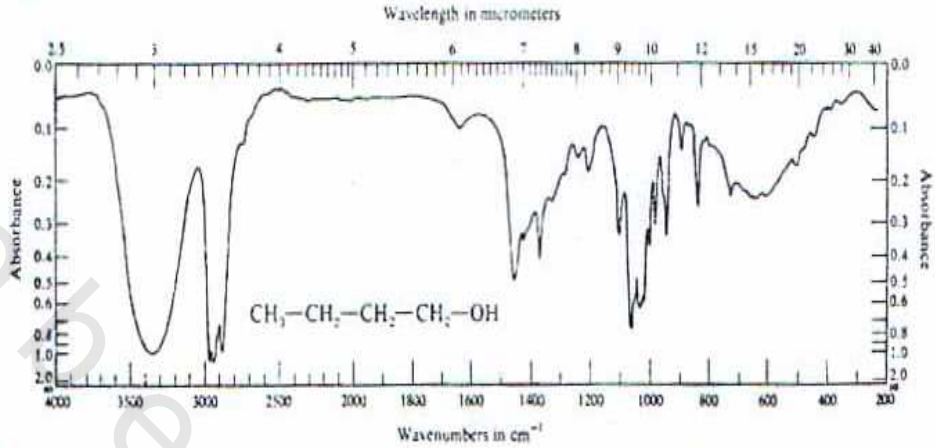

Fig. 9.13 *n*-butyl alcohol, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

14- **رباعي – بيونيل** t. Butanal

شكل (14-9): وجود مجموعتان من الحزم عند $3333Cm^{-1}$، $1205Cm^{-1}$ مبينه المجموعة الفعالة للكحول، كذلك لا يدل علي وجود مجموعة عطرية حزمة مؤكدة عند $2940Cm^{-1}$ – جزء اليفاتي، امتصاص عند المنطقة $1464Cm^{-1}$ وامتصاص حاد عند $1390Cm^{-1}$، $1370Cm^{-1}$ مبينه لوجود مجموعة ميثيل موضحة إمكانية رباعي – بيوتيل أو استبدال لمجموعة ثنائية الميثيل.

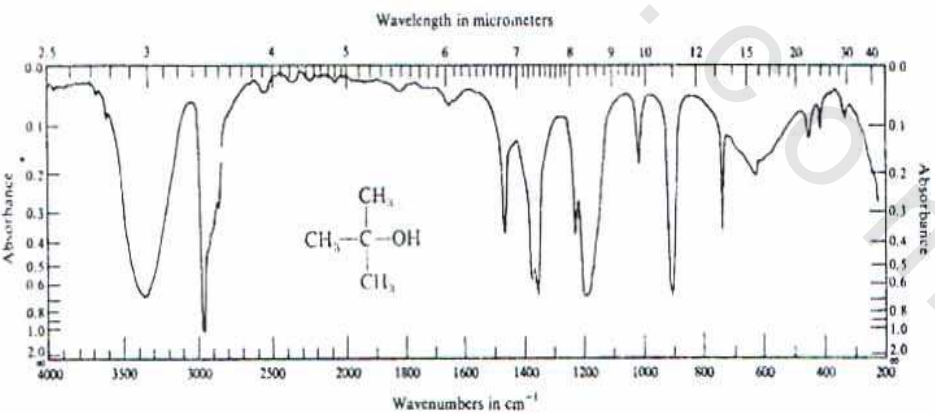

Fig. 9.14 *t*-butyl alcohol, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

15- **بنزهيدرول** Benzhydrol

شكل (15-9) يشير لامتصاص عند $3380Cm^{-1}$ للهيدروكسيل و$1030Cm^{-1}$ ولامتصاص الوحيد للاستبدال هذا يلاحظ جيدا في الحزمة النموذجية بين $2000Cm^{-1}$، $1667Cm^{-1}$ معا في كثافة حزمة في منطقة اقل تردد في الطيف وبمقارنة المركب مع الفينول يبين الفروق الواضحة والتدقيق التام للطيف المقترح، ربما توجد كمية من الاستبدالات والاليفاتية صغيرة والمبينة لحزمة امتصاصية ضعيفة عند $2885Cm^{-1}$ والموضحة لامتصاص كربون – هيدروجين.

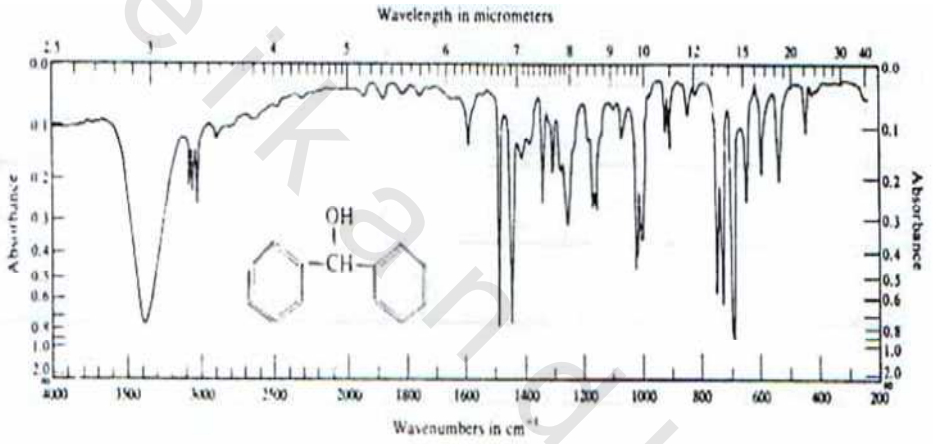

Fig. 9.15 Benzhydrol, melt in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

16- **ن- بيوتيل ايثير** n- Butylether

انظر الشكل (16-9): يلاحظ وجود مادة اليفاتية لحزمة توتر قوية جدا لمجموعة C-H في المنطقة $2899Cm^{-1}$، $2817Cm^{-1}$ والامتصاص عند المنطقة $1468Cm^{-1}$ إشارة إلي مجموعة ميثيلين وعند $1380Cm^{-1}$ خاصة لوضع تلك المجموعة لحزمة الميثلين المتوترة اللا تماثليه وعلي القارئ أن يقارن العلاقة النسبية للكثافة لحزمة الميثيل مع مجموعة الميثيلين التي تعطي قدرا معقولا للسلسلة القصيرة المرتبطة لذرة الأكسوجين وان الحزمة المبينة عند $7.25Cm^{-1}$ الوحيدة لتثبت وجود

مجموعة ثنائية ميثيل. كذلك الشكل المبين يوضح عدم وجود مجموعة هيدروكسيل أو أي مجموعة كربونيل أي أن الموجود هو مجموعة ايثير فقط وهذا ما تم توضيحه عند الحزمة $1110Cm^{-1}$ كذلك حزمة توتر بين كربون – هيدروجين عند $2817Cm^{-1}$ مقترحة اتصال مجموعة الميثيلين لذرة أكسوجين.

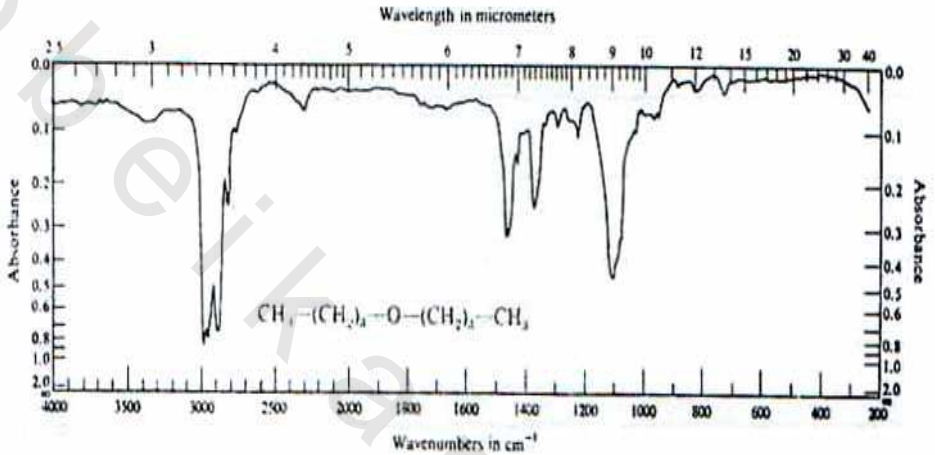

Fig. 9.16 *n*-butyl ether, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research

17- **ن – بيوتيل آمين** n- Butylamine

وجود الحزم الضوئية عند المنطقة $3370Cm^{-1}$، $3280Cm^{-1}$ تدلان علي وجود مجموعة أمين أو كحول، والحزمة عند المنطقة $1600Cm^{-1}$ وعدم وجود امتصاص قوي عند $1250Cm^{-1}$ وحتى $1000Cm^{-1}$ نموذج لمركب هيدروكسيل غير نشط لمادة محتوية لمجموعة أمين. ووجود المجموعة العضوية عند $1600Cm^{-1}$- تدل علي وجود N-H (اهتزازية في مستوي السطح) وإضافة حزمة مفلطحة وأخري منتشرة عند $840Cm^{-1}$ تدل علي وجود مجموعة N-H خارج سطح الرباط لشكل مجموعة أحادية الأمين (NH2-) وإجراء الدراسة في مذيب لا عضوي مخفف يعطي حزمة عند $3550Cm^{-1}$ مضاعفة $3422Cm^{-1}$ علي التوالي فالأولي تعني شكل غير متماثل والأقل تردد لشكل متماثل. انظر الشكل (17-9)

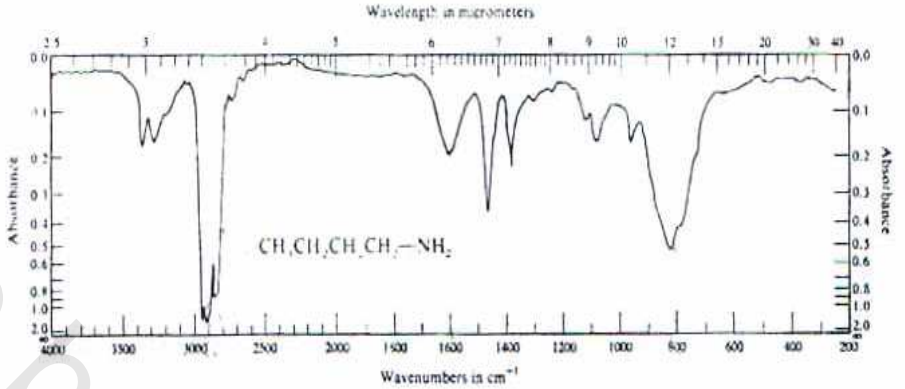

Fig. 9.17 *n*-butylamine, pure liquid in CsBr cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

18- 4- **ميثيل ببريدين** 4- methyl pipridine

الكثافة الامتصاصية في الطيف والمبينة في الشكل (18-9) والظاهرة عند $2900Cm^{-1}$ لندل علي نموذج معقد كثير الأجزاء خاص لمركب اليفاتي ويبرهن علي وجود حلقة بنزين (عطرية) والامتصاص عند $3270Cm^{-1}$ متصلة مع حزمة مفلطحة كثيفة عند $750Cm^{-1}$، لتوضح الوجود لمجموعة الأمين مفضلة علي مجموعة الهيدروكسيل. والطيف يعتبر نموذجيا لمجموعة امينية ثانوية عندما يسجل الطيف لعينه في محلول مخفف. ووجود حزمة عند $1380Cm^{-1}$ أيضا تشير إلي وجود مجموعة ميثيل .

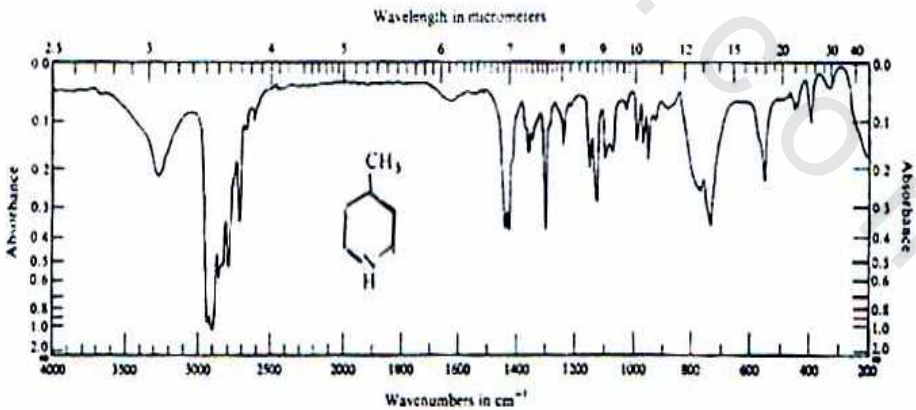

Fig. 9.18 4-methylpiperidine, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

19- **الهكسانون الحلقي** Cylohexanone

من الملاحظ أن الامتصاص الطيفي لوجود الكربونيل للحزمة عند $2925Cm^{-1}$، $2850Cm^{-1}$ وعدم وجود حزمة عند $1000Cm^{-1}$ في وجود منطقة اقل ترددا عند $833Cm^{-1}$ وحتى $667Cm^{-1}$ هي الحزمة الأكثر كثافة لطيف المركبات العطرية لتدل علي طيف مجموعة الكربونيل ذات السلسلة المفتوحة. طبيعة مجموعة الكربونيل تعتبر موضحة تفسيريا بالمقارنة لكثافة المنطقة $1710Cm^{-1}$ مع الحزمة في المنطقة $1250Cm^{-1}$ وحتى $1110Cm^{-1}$ والكثافة العالية عند $1710Cm^{-1}$ مقارنة لهؤلاء في المنطقة $1250Cm^{-1}$ وحتى $1710Cm^{-1}$ ما هي إلا نموذج لمجموعة الدهيد أو كيتون.

ومجموعة الالدهيد لا نستطيع تأكيدها وهذا يعود إلي عدم وجود خاصية امتصاص C-H في المنطقة العالية التردد بين $2850Cm^{-1}$ وحتى $2750Cm^{-1}$ ومن المناسب أن يعين التركيب للكينونات- السلسلة والاليفاتية.

وعدم وجود مجموعة ميثيل امتصاصية عند $1380Cm^{-1}$ يكون الاقتراح أن هذا المركب حلقي. ومن الدراسات السابقة تدل علي أن المركب سداسى الحلقة.

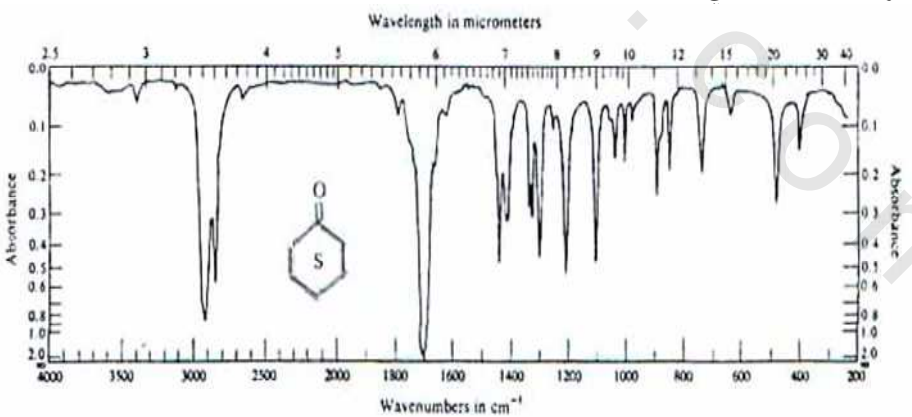

Fig. 9.19 Cyclohexanone, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

20- **بنزالدهيد** Benzaldehyde

وجود حزمة كثيفة عند $1715Cm^{-1}$ تدل علي وجود مجموعة كربونيل وبمقارنة الكثافة الضوئية عند المنطقة $1715Cm^{-1}$ مع منطقة كثافية تعود إلي C-O الاهتزازية عند المنطقة 1250 وحتى $1105Cm^{-1}$، نلاحظ أن الحزمة عند $1715Cm^{-1}$ تعتبر الأكثر كثافة هذه العلاقات تدل علي أن مجموعة الالدهيد أو الكيتون ولو أن هذا هو العكس فان الاسترهو السائد وتؤكد مجموعة الالدهيد C-H ظهورها عند $2750Cm^{-1}$ ووجود حلقة عطرية ناتجة عند ظهور اهتزاز ضعيف لمجموعة C-H عند $3150Cm^{-1}$ وحزمة ثنائية حادة عند $1600Cm^{-1}$ ووجود حزمة قوية في المدى $775Cm^{-1}$ وحتى $660Cm^{-1}$ فالحزمة الأخيرة وكذلك الموجودين في المدى من $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$ لتدل علي أن الحلقة العطرية أحادية الاستبدال والمعلومات كتل توهج علي عدم وجود طيف لمجموعات البنائية موضحة تركيبه البنزالدهيد.

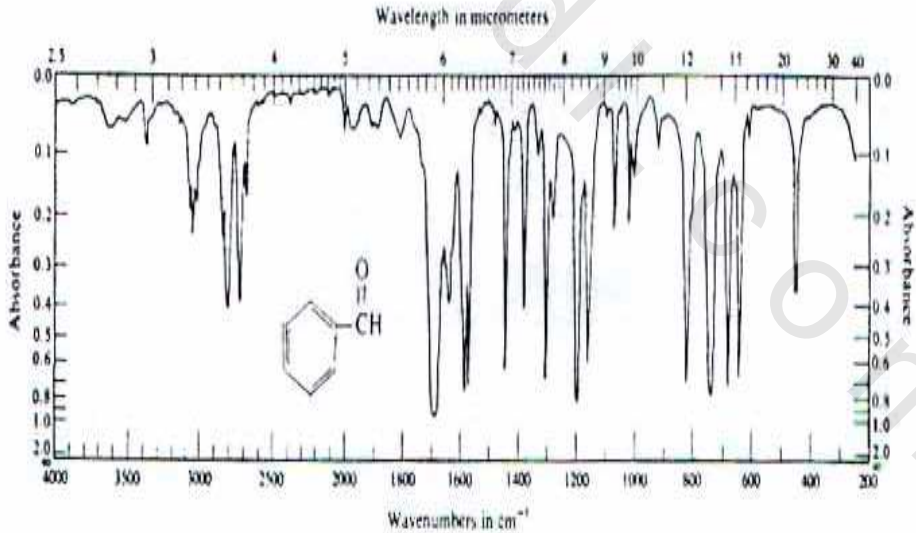

Fig. 9.20 Benzaldehyde, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

21- **بنزوفينون** Benzophenone

وحدد حزمة قوية في الطيف عند $1660Cm^{-1}$، $1277Cm^{-1}$ تدل علي وجود مجموعة كيتون. وعدم وجود حزمتين تدلان علي وجود استر ويلاحظ وجود حزمة ضعيفة ولكن حادة عند $3300Cm^{-1}$ تدل علي وجود مجموعة توتر اهتزازية لكربونيل فوقية توافقية (over tone) عند $1660Cm^{-1}$ والحزمة عند $1277Cm^{-1}$ تدل علي مجموعة C-H رباط شكلي لمجموعة الكربونيل ولنا أن نلاحظ عدم وجود مجموعة مفتوحة لسلسلة وهذا الفحص للحزمة العطرية في المنطقة 833 وحتى $625Cm^{-1}$ لتدل على أن الاستبدال أحادى للمركب العطرى.

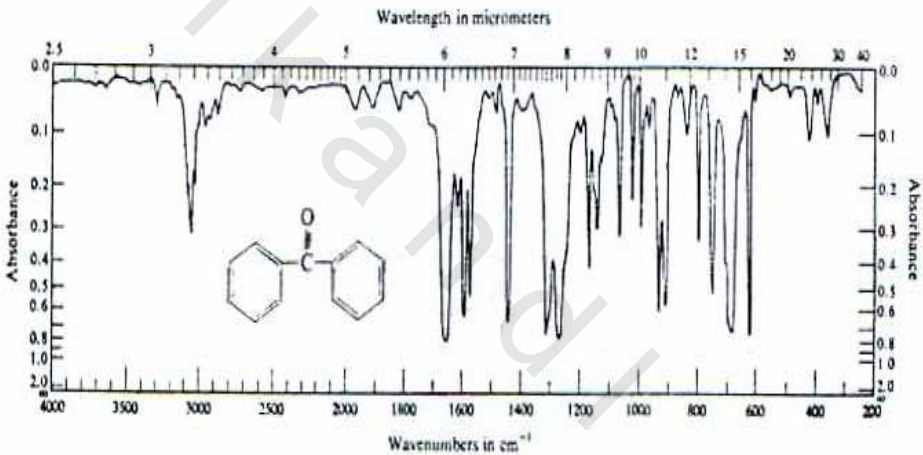

Fig. 9.21 Benzophenone, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

22- **ثنائي حمض عشرة كربون** Decundioic acid

الشكل (22-9) يبين طيف الامتصاص لثنائي حمض عشرة ذرات كربون البنائي. وهذا يعتبر مثالا لمجموعة الكربوكسيل حيث يلاحظ حزمة اهتزازية لرباطة هيدروجينية لمجموعة كربوكسيل عند منطقة C-H متوترة عند $3333Cm^{-1}$ وحتى $2500Cm^{-1}$ ومجموعة حادة امتصاصية عند $1681Cm^{-1}$ لوجود مجموعة كربونيل متخذه حزمة

تدل علي الشكل C-O عند $1282Cm^{-1}$ ، $1190Cm^{-1}$ وظهور حزمة عند $925Cm^{-1}$ تدل علي وجود حمض ثنائي الجزئي مبرهنا علي المجموعة الحمضية الوظيفية والغياب لمجموعة ميثيل عند $1380Cm^{-1}$ تدل علي لا لوجود مجموعات ميثيل. مقترحه أما سلسلة حلقية البنائية مرتبطة بمجموعة كربوكسيل أو ثنائية الحمض.

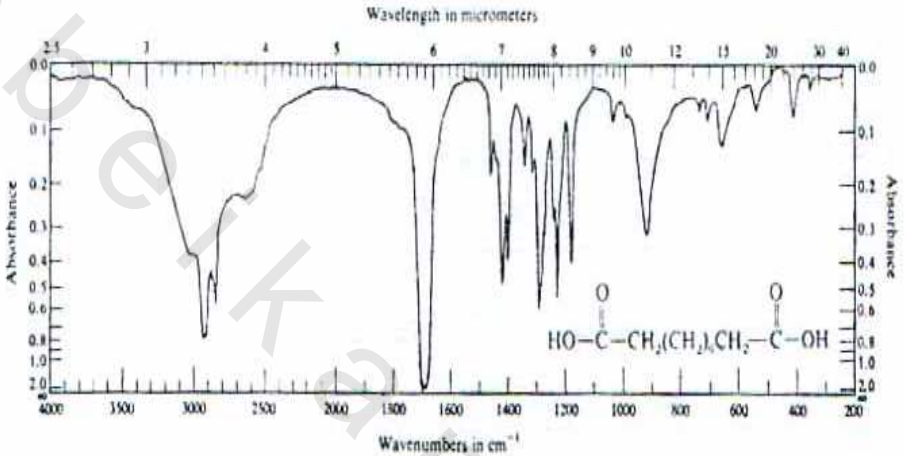

Fig. 9.22 Decanedioic acid, KBr pellet. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

23- **حمض البنزويك** Benzoic acid

يلاحظ مفلطحة تقريبا عند $3333Cm^{-1}$ وحتى $2400Cm^{-1}$ مرتبطة مع حزمة كربونيل عند $1695Cm^{-1}$ مبينه لحمض الكربوكسيل مجموعة مؤكسدة بمنطقة امتصاص قوية لمجموعة C-O-C عند $1290Cm^{-1}$ وحزمة عند $930Cm^{-1}$ تدل علي أن الحمض ثنائي الجزئي. شكل (1-9) تدل علي أن التركيبة العضوية العطرية متضمنة استبدال أحادي يعود إلي وجود منطقة امتصاص ثنائيه عند $1600Cm^{-1}$ وأخري عند $7100Cm^{-1}$ وعلي القارئ يلاحظ من الحزم من $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$ تدل علي خاصية الاستبدال للحلقة العطرية ليست ممكنة في هذه الحالة التي تعود إلي وجود مجموعة الكربونيل.

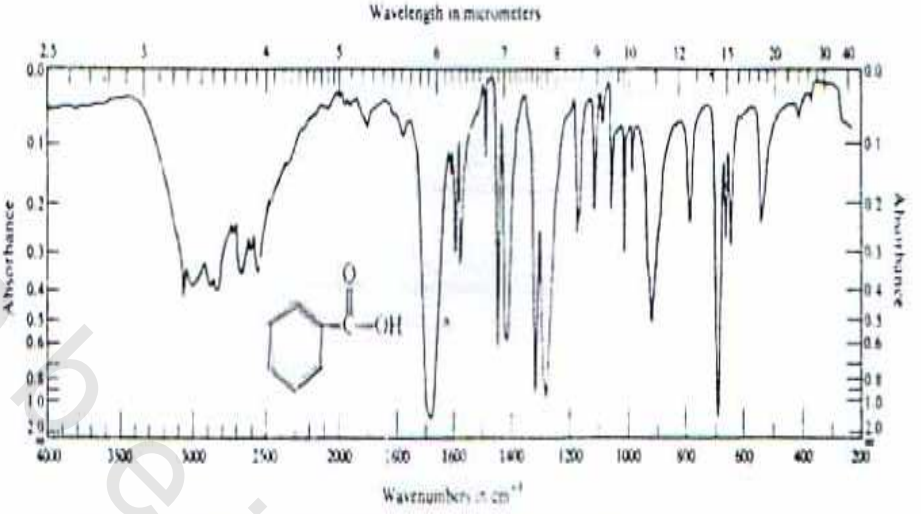

Fig. 9.23 Benzoic acid, KBr pellet. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

24- **فينيل اسيتات (استر)** Phenyl acetate

شكل (24-9) وجود حزمة ذات كثافة مفلطحة تدل علي وجود الكربونيل عند $1770Cm^{-1}$ وحزمة قوية الكثافة عند $1200Cm^{-1}$ تدل علي رابطة C-O-C والوضع عند $1770Cm^{-1}$ ليست خاصة لمجموعة الكيل استر ولكن تدل علي الاتصال لذرة الكربون للأكسوجين (الاستر).

والمنطقة عند $3333Cm^{-1}$ تدل علي مجموعة C-H وبين $2500Cm^{-1}$ والامتصاص الضعيف يدل علي وجود مجموعة الميثيل، مفضلا ذلك عن وجود سلسلة الكيل التي تعود لوضع الامتصاص عند $1425Cm^{-1}$ والحزمة العطرية في المنطقة من $1500Cm^{-1}$ وحتى $1600Cm^{-1}$ الواضحة تماما. وأما الحزمة عند $7000Cm^{-1}$ وحتى $750Cm^{-1}$ علي التوالي تدل علي الاستبدال الأحادي.وعلي القارئ أن يلاحظ ليس من الممكن استخدام المنطقة ما بين $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$ ليؤكد هذا التفسير الناتج من التداخل لمجموعة الكربونيل في هذه المنطقة.

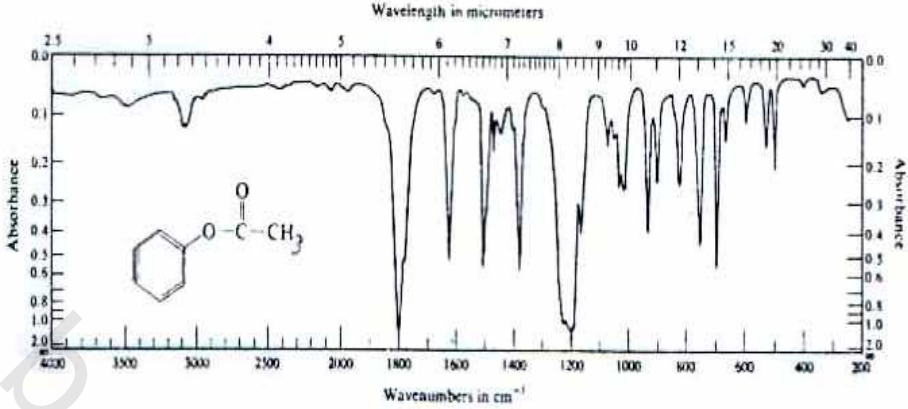

Fig. 9.24 Phenyl acetate, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

25- **ن – بيوتيل اسيتات** n- butyl acetate

يلاحظ من الشكل (25-9) بوضوح لمادة اليفاتيه بها مجموعة كربون تحت الفحص في المنطقة $3000Cm^{-1}$ وحتى $2800Cm^{-1}$ والمنطقة من $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$ ووجود شديدة الكثافة مفلطحة عند $1225Cm^{-1}$ مشيره إلي امتصاص المجموعة (C-O-C) للاستر والمجموعة C=O عند 1735 هي أيضا مطابقة لدالة مجموعة الاستر وجود حزمة ضعيفة عند $635Cm^{-1}$ وحتى $620Cm^{-1}$ لتؤكد وضع C-O-C المؤكسدة لمجموعة الاسيتات.

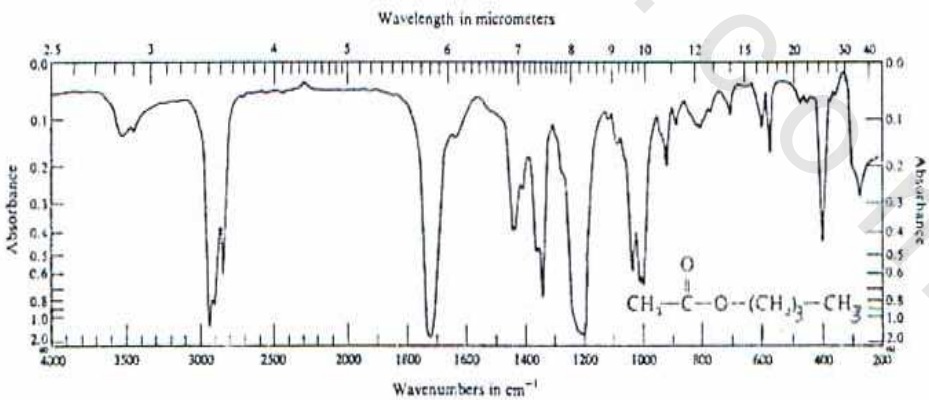

Fig. 9.25 *n*-butyl acetate, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

26- **بروبيونااميد** Propionamide

شكل (26-9) صعب تفسير بصورة سهلة. حزمة متماثلة مفلطحة علي نحو مطابق في المنطقة $3350Cm^{-1}$ مرتبطة مع كثافة امتصاص مفلطحة في المنطقة عند $1625Cm^{-1}$ تدل علي مجموعة الاميد ويحتوي الشكل علي سلسلة لحزم لكثافة تقل في المدى من $1667Cm^{-1}$ وحتى $1000Cm^{-1}$ والتي تدل مباشرة علي مجموعة الاميد. لا برهنه علي وجود مجموعة عطرية. ومن هذه البيانات تدل صراحة علي المركب اميد اليفاتي أحادية (الاميد).

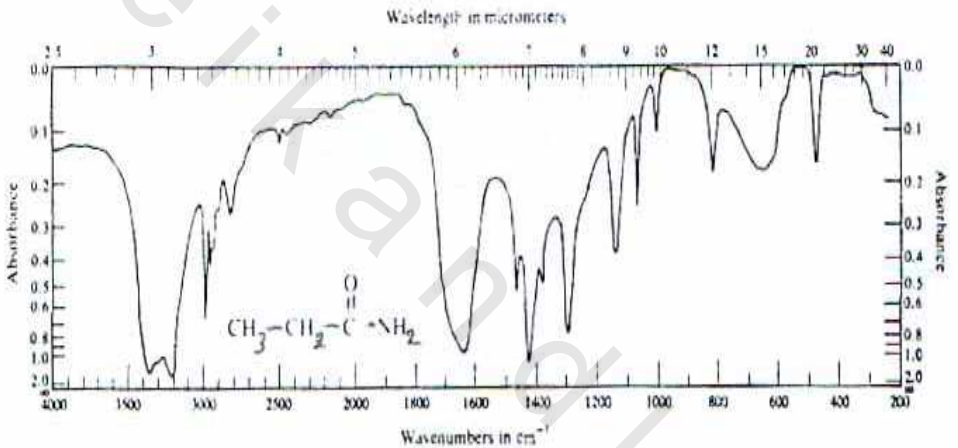

Fig. 9.26 Propionamide, melt (crystallized in cell). (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

27- **البنزويك اللا مائي** Benzoic anhydride

يلاحظ من الشكل (27-9) حزمة كربونيل مزدوجة في نهاية التردد العالي لمنطقة الكربونيل عند كثافة $1766Cm^{-1}$، وضعيفة امتصاص عند $1705Cm^{-1}$ دلالة علي (الاندريد) اللا مائي. وبناءا علي الكثافة النسبية للحزمة عند $1766Cm^{-1}$ مع الاحتفاظ للحزمة عند $1705Cm^{-}$ [1] من الممكن تلخيص أن المجموعة خطية كذلك تتذكر أن الطيف المتبقي يدل علي وجود مركب من النوع العطري.

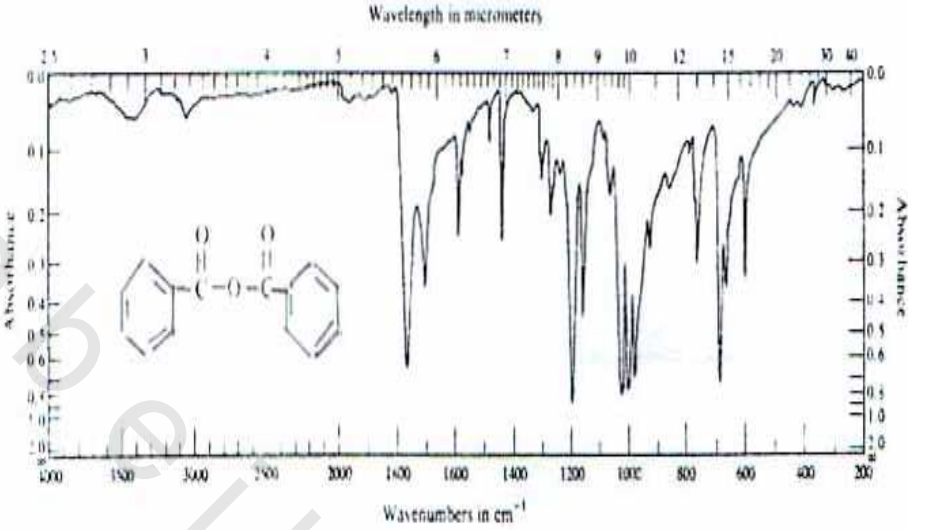

Fig. 9.27 Benzoic anhydride, melt in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

28- **بارا – نتروتوبوين** P-nitrotobuene

في هذا الشكل (28-9) ملاحظة للطيف المعقد القوي المفلطح عند المنطقة $1510Cm^{-1}$ وحتى $1340Cm^{-1}$ وأيضا الأخير يلاحظ انه متعدد التعقيد الذي يدل علي وجود مجموعة نيترو، هذه الحزمة تدل علي التماثليه وعدم التماثليه لمجموعة النترو. ويمثل الطيف لمركب عطري للدراسة عند المنطقة $33335Cm^{-1}$ وحتى $2500Cm^{-1}$ ويدل أيضا علي مركب اليفاتي .

بمعني أن الحزمة عند $3065Cm^{-1}$ لمجموعة C-H عضوية عطرية وعند $2910Cm^{-1}$ تدل علي الشكل الاليفاتي C-H، والجزء العطري للجزيء يؤكد بظهور حزمة عند $1600Cm^{-1}$ وتركيبه متعدده الامتصاص في المدى من $900Cm^{-1}$ وحتى $600Cm^{-1}$. ومن الواضح جيدا وجود ثلاث حزم في المدى من $2000Cm^{-1}$ وحتى $1667Cm^{-1}$ تدل علي استبدال للوضع بارا.

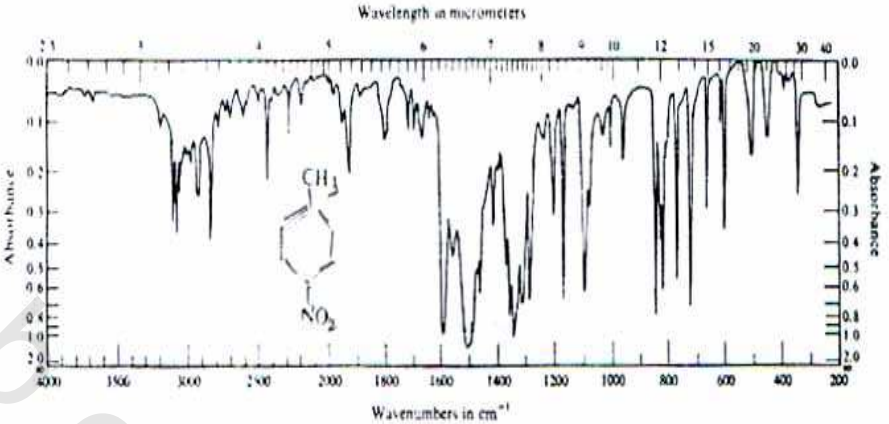

Fig. 9.28 *p*-nitrotoluene. melt in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

29- **الكلوروفورم** Chloroform

يلاحظ وجود حزمة عند $770Cm^{-1}$ تدل علي وجود مجموعة C-Cl وعند $1330Cm^{-1}$ تدل علي إضافة توافقيه فوقيه (over tone) لمجموعة C-Cl وهى الأكثر صفه لهذا المركب. شكل (29-9)

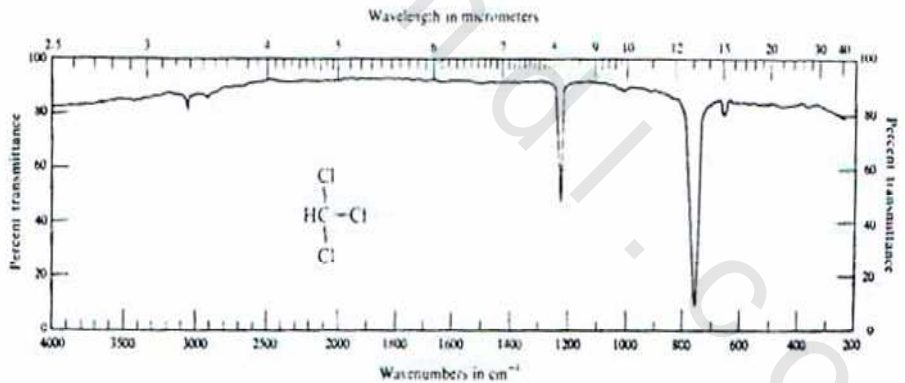

Fig. 9.29 Chloroform, pure liquid in capillary cell. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

30- **ثنائي فينيل سلفون** diphenylsulphone

وجود حزمة عند المنطقة $1310Cm^{-1}$- تطابق مجموعة C-O-C وظهور حزمة إضافية فوقية عند $1155Cm^{-1}$ مع الحزمة $1310Cm^{-1}$ تؤكد مجموعة $-SO_2$- والامتصاص العطري في المدى $625Cm^{-1}$

وحتى $800Cm^{-1}$ تدل علي أن الاستبدال أحادي الحلقة العطرية والحزمة عند $1430Cm^{-1}$، $1667Cm^{-1}$ تدل علي أن المركب عطري ولا توجد مجموعة اليفاتية. وتدل النتائج من شكل الطيف علي مجموعة $-SO_2-$ الوحيدة المستبدلة لمجموعة الفينيل مبينه اشتقاق مركب ثنائي فينيل سلفون.

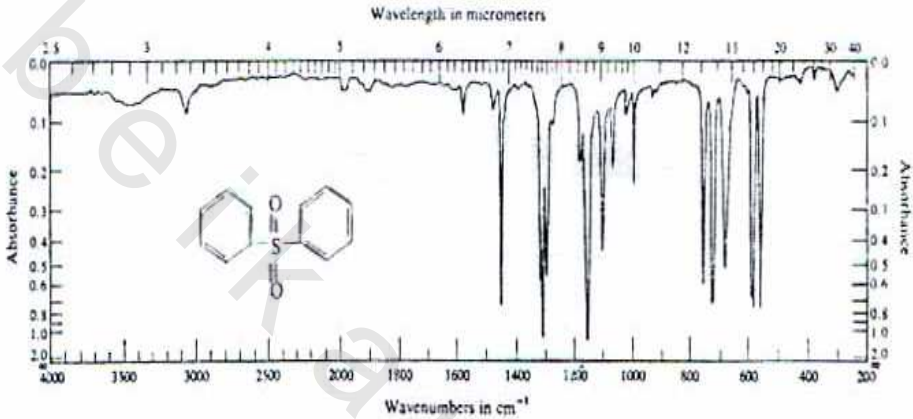

Fig. 9.30 Diphenylsulfone, KBr pellet. (Courtesy of Sadtler Research Laboratories.)

❖❖❖❖❖❖❖

obeikandl.com