

Tablica Z.7.1

Charakterystyczne pasma absorpcyjne alkanów i cykloalkanów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi	
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	—CH <sub>3</sub>	3000—2840	$\nu$	często multiplet	
	—CH <sub>2</sub> —	2975—2950	$s$	asym	
		2885—2860	$m$	sym	
	cyklopropany	2935—2915	$s$	asym	
		2865—2840	$s$	sym	
		3100—3040	$m$	asym	
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	—CH <sub>3</sub>	1470—1430	$m$	asym; sprzężone z $\delta$ —CH <sub>2</sub> — sym	
	—CH <sub>2</sub> —	1485—1445	$m$	sym; sprzężone z $\delta$ —CH <sub>3</sub> asym	
	—CH <sub>3</sub>	1395—1365	$m$	sym	
	—CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	~1385 i ~1370	$m$	dublet (równa intensywność)	
	>C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	~1385 i ~1365	$m$	dublet (1385 słabsze niż 1365)	
	—C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	~1390 i ~1365	$m$	dublet, czasem triplet (równa intensywność)	
Szkieletowe ( $\nu$ ) C—C	—CH <sub>3</sub>	1250—800	$\nu$		
	—CH <sub>2</sub> —	770—720	$\nu$	dublet (słabszy niż przy 1380)	
	—CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1175—1140	$\nu$	często dublet (słabszy niż przy 1380)	
	>C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1220—1190	$\nu$	dublet, czasem niewyraźny (słabszy niż przy 1380)	
	—C(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	1250—1200	$\nu$		
	C—(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> —C dla $n > 4$	770—720	$\nu$		
	cyklopropany	1045—1000	$m$	kilka pasm	
	cykloalkany	1060—800	$m$		

Tablica Z.7.2

Wpływ grup sąsiadujących na częstość drgań nożycowych grup CH<sub>3</sub> i CH<sub>2</sub>

Ugrupowanie	Zakres, $\text{cm}^{-1}$	
	$\nu$	$\delta_{\text{asym}}$
>C—CH <sub>3</sub>	3000—2860	1470—1430
—O—CH <sub>3</sub>	2850—2815	1440—1400
>C=C—CH <sub>3</sub>		1440—1400
—C(=O)—CH <sub>3</sub>		1450—1400
—O—C(=O)—CH <sub>3</sub>		1400—1340
>N—CH <sub>3</sub>	2820—2760	1440—1390
—C(=O)—NH—CH <sub>3</sub>		1420—1405
—S—CH <sub>3</sub>	~2880	~1430
>C—CH <sub>2</sub> —	2930—2840	1475—1450
X—CH <sub>2</sub> —	3080—2900	~1425
—O—CH <sub>2</sub> —	2880—2835	
—O—CH <sub>2</sub> —O—	2880—2835	
>C=C—CH <sub>2</sub> —		1445—1430
—C≡C—CH <sub>2</sub> —		1445—1430
N≡C—CH <sub>2</sub> —		~1425
O <sub>2</sub> N—CH <sub>2</sub> —		~1425
—C(=O)—CH <sub>2</sub> —		1440—1400
—O—C(=O)—CH <sub>2</sub> —		1475—1460
>N—CH <sub>2</sub> —	2820—2760	1475—1445
—C(=O)—NH—CH <sub>2</sub> —		1450—1405
—S—CH <sub>2</sub> —	~2860	~1425
Ar—CH <sub>2</sub> —		1440—1400

Tablica Z.7.3

Charakterystyczne pasma absorpcyjne alkenów, cykloalkenów, polienu i allenów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres, $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) $=\text{C}-\text{H}$	$=\text{CH}_2$	3100—3000	<i>m</i>	ostre pasma
	$=\text{CH}-$	3095—3075	<i>m</i>	
	cyklopropen	3040—3010	<i>m</i>	
	cyklobuten	~3075	<i>m</i>	
	cyklopenten	~3060	<i>m</i>	
	cykloheksen	~3045	<i>m</i>	
		~3020	<i>m</i>	
	$\text{>C}=\text{C}=\text{CH}-$	3050—2950	<i>m</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{C}=\text{C}$	niesprężone	1690—1580	<i>\nu</i>	
	sprężone z:	1690—1620	<i>\nu</i>	
	$\text{C}=\text{C}$	1660—1580	<i>\nu</i>	
	$\text{C}\equiv\text{C}$	~1650 i ~1600	<i>m</i>	czasem jedno pasmo
	fenylem	1650—1600	<i>m</i>	
	$\text{C}=\text{O}$	1635—1615	<i>m</i>	
	$\text{C}\equiv\text{N}$	1650—1610	<i>m-s</i>	
		~1620		
	$\text{O}-\text{C}=\text{C}$	~1590	<i>s</i>	
	$\text{N}-\text{C}=\text{C}$	~1590	<i>s</i>	
	cyklopropen	~1640		
	cyklobuten	~1570		
	cyklopenten	~1610		
cykloheksen	~1650			
polieni	1650—1580	<i>s</i>	zazwyczaj szerokie pasmo	
	$\text{>C}=\text{C}=\text{C}<$	2000—1910	<i>m</i>	asym; czasem rozszereżone
		1075—1060	<i>w</i>	sym; czasem nicobecne
Deformacyjne ( $\nu$ ) nie w płaszczyźnie $=\text{C}-\text{H}$	cykloalkeny	1005—650	<i>s</i>	kilka pasm podobnej intensywności
	polieni	800—650		
	$\text{>C}=\text{C}=\text{CH}_2$	990—970	<i>s</i>	
		~850		

Tablica Z.7.4

Charakterystyczne pasma absorpcyjne alkenów o różnych typach budowy

Rodzaj drgań	Deformacyjne ( $\nu$ ) $=\text{C}-\text{H}$ nie w płaszczyźnie		Rozciągające ( $\nu$ ) $=\text{C}-\text{H}$		Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{C}=\text{C}$		Nadton	
	zakres $\text{cm}^{-1}$	intensywność	zakres $\text{cm}^{-1}$	intensywność	zakres $\text{cm}^{-1}$	intensywność	zakres $\text{cm}^{-1}$	intensywność
Typ budowy $-\text{CH}=\text{CH}_2$	1005—985	<i>s</i>	3095—3075	<i>m</i>	1660—1635	<i>m</i>	1860—1800	<i>m</i>
	920—900	<i>s</i>	3040—3010	<i>m</i>				
$\text{>C}=\text{CH}_2$	900—880	<i>s</i>	3095—3075	<i>m</i>	1660—1640	<i>m</i>	1800—1750	<i>m</i>
$\text{H} \diagup \text{C}=\text{C} \diagdown \text{H}$	990—960	<i>s</i>	3040—3010	<i>m</i>	1690—1665	<i>w</i>	—	—
$\text{H} \diagup \text{C}=\text{C} \diagdown \text{H}$	730—665	<i>m</i>	3040—3010	<i>m</i>	1665—1635	<i>m</i>	—	—
$\text{>C}=\text{C} \diagdown \text{H}$	850—790	<i>m</i>	3040—3010	<i>m</i>	1690—1660 czasem nicobecne	<i>w-m</i>	—	—
$\text{C}=\text{C}$	—	—	—	—	1690—1650 czasem nicobecne	<i>w</i>	—	—





Tablica Z.7.5

Charakterystyczne pasma absorpcyjne alkinów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres, $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) $\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	3340—3250	<i>m-s</i>	ostre pasma
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{C}\equiv\text{C}$	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	2260—2100	<i>\nu</i>	ostre pasma
	$\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{R}^1$	2140—2100 2260—2190		nie występują w związkach symetrycznych
Deformacyjne ( $\nu$ ) $\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	700—600	<i>s</i>	szerokie pasmo

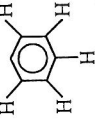
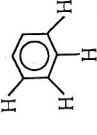
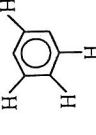
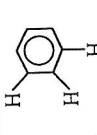
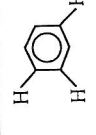
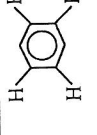
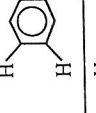
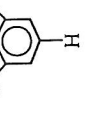

Tablica Z.7.6

Charakterystyczne pasma absorpcyjne jednopierścieniowych węglowodorów aromatycznych

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{C}_{Ar}-\text{H}$		3100—3000	w	często kilka pasm
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{C}=\text{C}$		1625—1575 1525—1440	$\nu$ $m$	często dublet
Deformacyjne ( $\nu$ ) nie w płaszczyźnie $\text{C}_{Ar}-\text{H}$		900—650	$s$	jedno lub więcej silnych pasm używanych do określenia sposobu podstawienia (tabl. 7.7)
Kombinacyjne		2000—1650	w	często bardzo słabe

Tablica Z.7.7

Pasma charakterystyczne dla typu podstawienia w pochodnej benzenu

Liczba sąsiadujących wodorów	Typ podstawienia w pochodnych benzenu	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
5	mono- 	910—890 770—730 710—680	$m$ $s$ $s$	czasem brak
4	1,2-di- 	780—735	$s$	
(1 + 3)	1,3-di- 	900—835 810—750 725—670	$m$ $s$ $m-s$	
3	1,2,3-tri- 	800—750 780—760 720—680	$s$ $m$ $m$	czasem brak
(1 + 2)	1,2,4-tri- 	900—860 860—800 730—690	$m$ $s$	
2	1,2-di-  1,2,3,4-tetra- 	860—800	$s$	slabsze niż dla 1,2-di-
1	1,3,5-tri-  1,2,3,5-tetra- 1,2,4,5-tetra- penta- 	900—840 865—800 730—675 900—840	$m$ $s$ $m$ $m$	czasem brak

Tablica Z.7.8

Charakterystyczne pasma absorpcyjne alkoholi i fenoli

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi	
Rozciągające ( $\nu$ ) O—H	wolna grupa OH	3650—3200	$\nu$	wąskie, ostre pasmo	
	międzycząsteczkowe wiązania wodorowe — dimery — poliasocjaty	3650—3580	$\nu$		
Rozciągające ( $\nu$ ) C—O	wewnętrzny wiązania wodorowe — chelaty	3550—3450 3500—3200	$\nu$ $s$	wąskie } przy rozcię- szerokie } czaniu inten- sywność ma- leje	
	alkohole i fenole	3200—2500	$s$		szerokie; przy rozcię- czaniu intensywność nie zmienia się
		1260—1000 1080—1000 1130—1000 1210—1100 1260—1180	$s$		często dublet $\Delta$
Deformacyjne ( $\gamma$ ) O—H nie w płaszczyźnie	alkohole i fenole (w stanie ciekłym)	770—650	$m$	szerokie pasmo	

Tablica Z.7.9

Charakterystyczne pasma absorpcyjne eterów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C—O—C	etry niecykliczne — nasycone	1310—1000 1170—1060	$s$ $s$	czasem rozszczepione
	etry cykliczne — pierścieni duży	1170—1115 1225—1180 1075—1020	$s$ $m$ $s$	triplet asym sym
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	etry aromatyczne	1275—1200 1075—1020	$s$ $m$	asym sym
	etry cykliczne — pierścieni duży — pierścieni epoksy	1140—1070 950—810 1270—1240 950—810	$s$ $s$	sprężone z C—C sprężone z C—C
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	etry niecykliczne —O—CH <sub>3</sub> —O—CH <sub>2</sub> —	2850—2815 2880—2835	$m$ $m$	
	—O—CH <sub>2</sub> —O—	2880—2835 2780—2750	$w$ $w$	
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	— winylowe	3150—3050	$w$	
	etry aromatyczne	3050—3000	$w$	
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	etry cykliczne — pierścieni duży — pierścieni epoksy	2830—2815 3050—2990	$m$ $w$	
	acetale —O—CH—O—	~2820	$w$	
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	etry niecykliczne —O—CH <sub>3</sub> —O—CH <sub>2</sub> —	1470—1440 1470—1435	$m$ $m$	
	— winylowe	960—860 865—785	$m$ $m$	
	etry aromatyczne	985—915	$s$	

Tablica Z.7.10

Charakterystyczne pasma absorpcyjne ketonów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O	ketony niecykliczne	1780—1650	<i>s</i>	
	— nasycone	1725—1700	<i>s</i>	
	— rozgałęzione przy węglu $\alpha$	1700—1680	<i>s</i>	
	— $\alpha\beta$ -nienasycone	1685—1660	<i>s</i>	często dublet
	— $\alpha\beta,\gamma\delta$ -nienasycone	1675—1655	<i>s</i>	
	— $\alpha$ -halogenowe	1745—1725	<i>s</i>	
	ketony aromatyczne			
	— alkilowo-arylowe	1700—1680	<i>s</i>	
	— diarylowe	1670—1660	<i>s</i>	
	ketony cykliczne			
	— cykloheksanony	1720—1700	<i>s</i>	
	— cyklopentanony	1750—1740	<i>s</i>	
	— cyklobutanony	1780—1770	<i>s</i>	
$\alpha$ -diketony				
— alifatyczne	1730—1710	<i>s</i>		
— aromatyczne	1690—1670	<i>s</i>		
$\beta$ -diketony				
— forma ketonowa	1725—1690	<i>s</i>	czasem dublet	
— forma enolowa	1650—1540	<i>s</i>	bardzo szerokie pasmo O—H ( $\nu$ ) 3000—2700 ( $\nu$ ) szerokie	
$\gamma$ -diketony 1,2-; 1,4-chinony	1752—1700 1690—1655	<i>s</i> <i>s</i>		
Rozciągające ( $\nu$ ) C=C=O	keteny	2155—2130	<i>vs</i>	asym
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	$\text{O}=\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_3$	1360—1350	<i>s</i>	
	$\text{O}=\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{CH}_2-$	1425—1405	<i>s</i>	

Tablica Z.7.11

Charakterystyczne pasma absorpcyjne aldehydów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O	aldehydy	1765—1645	<i>s</i>	
	— nasycone	1740—1720	<i>s</i>	
	— $\alpha\beta$ -nienasycone	1710—1680	<i>s</i>	
	— $\alpha\beta,\gamma\delta$ -nienasycone	1680—1660	<i>s</i>	
	— $\alpha$ -halogenowe	1765—1730	<i>s</i>	
	— aromatyczne	1715—1685	<i>s</i>	
	— z wewnętrzną wiązką wodorową	1670—1645	<i>s</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	$\text{O}=\overset{\text{O}}{\text{C}}-\text{H}$	2900—2800 2780—2680	<i>w</i> <i>m</i>	zwykle blisko 2720

Tablica Z.7.12

Charakterystyczne pasma absorpcyjne kwasów karboksylowych

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O	kwasy nasycone	1800—1650	<i>s</i>	
	— monomer	~1760	<i>s</i>	
	— dimer	1725—1700	<i>s</i>	
	kwasy $\alpha\beta$ -nienasycone	~1720	<i>s</i>	
	— monomer	1715—1690	<i>s</i>	
	— dimer	~1720	<i>s</i>	
	kwasy aromatyczne	~1720	<i>s</i>	
	— monomer	1700—1680	<i>s</i>	
— dimer	1740—1715	<i>s</i>		
$\alpha$ -halogenokwasy	1670—1650	<i>s</i>		
kwasy z wewnętrzną- stezkowym wiązaniem wodorowym				
Rozciągające ( $\nu$ ) O—H	wolna grupa OH	3550—2500	$\nu$	ostre pasmo; tylko w bardzo rozcieńczo- nych roztworach bardzo szerokie pas- mo; często więcej niż jeden wierzchołek
	zasocjowana grupa OH	3550—3500	<i>s-m</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) C—O	— dimer	3300—2500	<i>m-s</i>	
		1320—1210	<i>s</i>	
Deformacyjne ( $\nu$ ) O—H nie w płaszczyźnie	— dimer	960—880	<i>m</i>	szerokie pasmo
Rozciągające ( $\nu$ ) —COO <sup>e</sup>	sole kwasów	1650—1550	<i>vs</i>	asym
		1450—1350	<i>s</i>	sym

Tablica Z.7.13

Charakterystyczne pasma absorpcyjne estrów i laktonów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi	
1	2	3	4	5	
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O	estry nasycone	1800—1650	<i>s</i>	z wyjątkiem mrówcza- nów	
	— mrówczany	1750—1735	<i>s</i>		
	estry kwasów	1730—1715	<i>s</i>		
	— $\alpha\beta$ -nienasyconych	1730—1710	<i>s</i>		
	— aromatycznych	1730—1715	<i>s</i>		
	— $\alpha$ -halogenowych	1790—1740	<i>s</i>		
	estry winylowe	1780—1750	<i>s</i>		C=C ( $\nu$ ) 1690—1650 ( <i>s</i> )
	estry fenoli	1780—1750	<i>s</i>		
	estry kwasów aromat. i fenoli	1750—1730	<i>s</i>		
	$\alpha$ -ketoestry	1755—1725	<i>s</i>		zwykle jedno pasmo
	$\beta$ -ketoestry	~1735	<i>s</i>		C=O ( $\nu$ ) ketonu ~1750
	forma ketonowa	~1650	<i>s</i>		C=C ( $\nu$ ) szerokie ~1630
	forma enolowa				
	$\gamma$ -ketoestry	~1740	<i>s</i>		
	$\beta$ -laktony	i ~1715 1840—1820	<i>s</i>		
	$\gamma$ -laktony	1795—1760	<i>s</i>		
	— nasycone	1760—1740	<i>s</i>		
— $\alpha\beta$ -nienasycone	~1800	<i>s</i>			
— $\beta\gamma$ -nienasycone					
$\beta$ -laktony	1750—1730	<i>s</i>			
— nasycone	1730—1715	<i>s</i>			
— $\alpha\beta$ -nienasycone	~1760	<i>s</i>			
— $\gamma\delta$ -nienasycone					
Rozciągające ( $\nu$ ) C—O					
		1330—1050	<i>s</i>	dwa pasma asym( <i>vs</i> ); sym( <i>s</i> )	
estry nasycone		1330—1050	<i>s</i>	z wyjątkiem octanów	
— octany		1250—1230	<i>s</i>		
estry metylowe kwasów alifat.		1180—1155	<i>s</i>		
estry kwasów					
— $\alpha\beta$ -nienasyconych		1300—1100	<i>s</i>		
— aromatycznych		1310—1250	<i>s</i>	pasmo multipletowe	



Tablica Z.7.15 ciąg dalszy

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	$\text{>N-CH}_3$ ; $\text{>N-CH}_2-$	2820—2760	<i>m</i>	
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	$\text{>N-CH}_3$ $\text{>N-CH}_2-$	1440—1390 1475—1445	<i>m</i> <i>m</i>	

Tablica Z.7.16

Charakterystyczne pasma absorpcyjne amidów, laktamów i imidów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) N—H	amidy I-rzędowe — wolna grupa $\text{NH}_2$ — zasocjowana grupa $\text{NH}_2$ amidy II-rzędowe — wolna grupa NH — zasocjowana grupa NH laktamy imidy	$\sim 3500$ i $\sim 3400$ $\sim 3350$ i $\sim 3180$ 3500—3400 3330—3060 $\sim 3200$ i $\sim 3100$ $\sim 3250$	<i>m</i> <i>m</i> <i>m</i> <i>m</i> <i>m</i> <i>m</i>	dublet dublet tylko jedno pasmo multiplet zasadniczo dublet
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O	amidy I-rzędowe — wolna grupa C=O — zasocjowana grupa C=O	1690—1670 1670—1620	<i>s</i> <i>s</i>	z wyjątkiem acetylamidu (1694)
I pasmo amidowe	amidy II-rzędowe — wolna grupa C=O — zasocjowana grupa C=O amidy III-rzędowe	1700—1670 1680—1630 1680—1630	<i>s</i> <i>s</i> <i>s</i>	przy asocjacji z rozpuszczalnikiem obniżenie częstości
	polipeptydy $\beta$ -laktamy $\gamma$ -laktamy $\delta$ -laktamy	1655—1630 1760—1730 1750—1700 $\sim 1650$	<i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i>	
	imidy imidy z pięciocłonowym pierścieniem	1740—1670 $\sim 1750$ i $\sim 1700$	<i>s</i> <i>s</i>	dublet

Tablica Z.7.16 ciąg dalszy

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Deformacyjne ( $\delta$ ) N—H	amidy I-rzędowe — wolna grupa $\text{NH}_2$ — zasocjowana grupa $\text{NH}_2$	1620—1590 1655—1620	<i>s</i> <i>s</i>	intensywność w gramicach 1/2 do 1/3 intensywności
II pasmo amidowe	amidy II-rzędowe — wolna grupa NH — zasocjowana grupa NH polipeptydy laktamy	1550—1510 1570—1515 1560—1510 $\sim 1550$	<i>s</i> <i>s</i> <i>s</i>	pasma C=O dla większości brak pasma
Rozciągające ( $\nu$ ) C—N	amidy — I-rzędowe — II-rzędowe laktamy	1420—1400 1300—1200 $\sim 1330$	<i>m</i> <i>m</i> <i>m</i>	
Deformacyjne ( $\gamma$ ) N—H nie w płaszczyźnie		800—600	<i>m</i>	szersze pasmo
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	$-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{CH}_3)-$ $-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{CH}_2)-$	1500—1450 1420—1405 1450—1405	<i>m</i> <i>m</i> <i>m</i>	




Tablica Z.7.17

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków azotowych z grupą NO<sub>2</sub>

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) NO <sub>2</sub>	[C—NO <sub>2</sub> ] nitrozwiązki alifatyczne — I- i II-rzędowe — III-rzędowe nitrozwiązki — αβ-nienasycone — aromatyczne α-halogenonitrozwiązki αα-halogenonitrozwiązki [O—NO <sub>2</sub> ] azotany [N—NO <sub>2</sub> ] nitroaminy	1660—1490	s	asym
		1390—1260	s	sym
		1570—1540	s	
		1390—1340	s	
		1545—1530	s	
		1360—1340	s	
		1550—1500	s	
		1360—1290	s	
		1560—1490	s	
		1370—1300	s	często dwa pasma
1580—1555	s	X=Cl, Br		
1370—1340	s			
1600—1570	s			
1340—1325	s			
1660—1600	vs			
1300—1250	vs			
1630—1530	s			
1315—1260	s			
Rozciągające (ν) C—N	nitrozwiązki aromatyczne	870—830	s	
Rozciągające (ν) N—O	azotany	870—830	s	
Deformacyjne (δ) NO <sub>2</sub>	azotany	770—690	v	

Tablica Z.7.18

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków azotowych z grupą NO

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) N=O	[C—N=O] nitrozwiązki alifatyczne — monomer nitrozwiązki aromatyczne — monomer [O—N=O] azotyny — <i>trans</i> — <i>cis</i> [N—N=O] nitroaminy	1680—1450	s	
		1585—1540	s	tylko III-rzędowe
		1510—1490	s	
		1680—1650	vs	nadton (ν) N=O
		1625—1610	vs	3300—3200
1500—1430	s			
Rozciągające (ν) N=N	nitrozwiązki alifatyczne — dimer <i>trans</i> — dimer <i>cis</i> nitrozwiązki aromatyczne — dimer <i>trans</i> — dimer <i>cis</i>	1290—1175	w	
		1425—1385	w	
		1345—1320	w	
		1300—1250	w	
		1420—1400	w	
1400—1390				
Rozciągające (ν) C—N	nitrozwiązki — alifatyczne — aromatyczne	~850 ~1100		
Rozciągające (ν) O—N	azotyny — <i>trans</i> — <i>cis</i>	815—750 850—810		
Rozciągające (ν) N—N	nitroaminy	~1040		
Deformacyjne (ν) O—N=O	azotyny — <i>trans</i> — <i>cis</i>	625—565 690—615		

Tablica Z.7.19

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków azotowych z wiązaniami C=N i N=N

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) C=N	iminy RR <sub>1</sub> C=NH — alifatyczne nasyczone — αβ-nienasyczone zasady Schiffa R-CH=N-R <sub>1</sub> — alifatyczne nasyczone — αβ-nienasyczone — aromatyczne amidyny $\begin{matrix} \text{H}_2\text{N} \\ \diagup \\ \text{C}=\text{N}-\text{R} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{matrix}$	1685—1580 ~1645 ~1625 1675—1665 1650—1620 1650—1620 1685—1580	s s s s s s s	zazwyczaj silne
Rozciągające (ν) N-H	azyny R-CH=N-N=CH-R oksymy $\begin{matrix} & & \text{O} \\ & & \diagup \\ & & \text{C}=\text{N}-\text{OH} \\ & & \diagdown \\ \text{HRN} & & \text{R} \end{matrix}$ — alifatyczne — aromatyczne	1685—1580 1540—1515 1670—1600 1685—1650 1645—1615	s s s s s	
Rozciągające (ν) N-H	iminy	3400—3200	ν	jedno pasmo
Rozciągające (ν) O-H	oksymy — wolna grupa OH — związana grupa OH	3650—3500 3300—3100	s s	szerokie pasmo
Rozciągające (ν) N=N	związki azowe R-N=N-R <sub>1</sub> związki azoksy $\begin{matrix} \text{O} \\ \diagup \\ \text{R}-\text{N}=\text{N} < \text{R}_1 \end{matrix}$	1500—1400 1480—1450 1335—1315	νν w w	tylko dla niesymetrycznych asym sym
Rozciągające (ν) N-O	oksymy związki azoksy	960—930 1310—1250	s s	

Tablica Z.7.20

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków azotowych z wiązaniami potrójnymi i skumulowanymi wiązaniami podwójnymi

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) C≡N	nitryle — nasyczone — αβ-nienasyczone — aromatyczne α-halogenonitryle izocyjanki — <sup>⊖</sup> N≡C <sup>⊖</sup> tiocyjanki —S-C≡N — alifatyczne — aromatyczne	2260—2210 2260—2240 2235—2215 2240—2215 2240—2230 2150—2110 ~2140 2175—2160	ν ν-m ν-s ν-s ν-m s νs νs	ostre pasmo X=Cl, Br, I
Rozciągające (ν) <sup>⊕</sup> N≡N	sole diazoniowe	2310—2130	m	
Rozciągające (ν) C=C=N	keteniminy	2050—2000	νs	czasem dublet
Rozciągające (ν) C= <sup>⊖</sup> N=N <sup>⊖</sup>	związki diazowe —CH= <sup>⊖</sup> N=N <sup>⊖</sup> $\begin{matrix} & & \text{O} \\ & & \diagup \\ & & \text{C}=\text{N}=\text{N}^{\ominus} \\ & & \diagdown \end{matrix}$ diazoketony —C(=O)—CII= <sup>⊖</sup> N=N <sup>⊖</sup> —C(=O)—CR= <sup>⊖</sup> N=N <sup>⊖</sup>	2050—2010 ~1350 2050—2035 2035—2010 2100—2050 2100—2090 2070—2060	νs s νs νs νs νs νs	asym sym asym asym asym asym alifatyczne ~1645 aromatyczne ~1615
Rozciągające (ν) N=C=O	izocyjanki	2275—2230 ~1350	νs w	asym; ostre pasmo sym; bez praktycznego znaczenia
Rozciągające (ν) N=C=S	izotiocyaniany	2150—1990	ν	zwykle dublet
Rozciągające (ν) N=C=N	karbodiimidy — alifatyczne — aromatyczne	2140—2125 2150—2100	νs νs	asym; pojedyncze pasmo asym; dublet
Rozciągające (ν)	azydki	2250—2080 1350—1180	νs s	asym sym

Tablica Z.7.21

Charakterystyczne pasma absorpcyjne aminokwasów i soli aminokwasów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{NH}_3^+$	$\text{H}_3\text{N}^+(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$	3100—2600	<i>s</i>	szerokie pasmo
Kombinacyjne i nadtony		2220—2000		multiplet
Deformacyjne ( $\delta$ ) $\text{NH}_3^+$		1660—1610 1550—1485	<i>w</i> <i>m</i>	asym sym
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{COO}^-$		1600—1590 ~1400	<i>s</i> <i>m</i>	asym sym
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{NH}_3^+$ , O—H	$[\text{H}_3\text{N}^+(\text{CH}_2)_n\text{COOH}]X^-$	3335—3280	<i>s</i>	multiplet
Deformacyjne ( $\delta$ ) $\text{NH}_3^+$		1610—1590 1550—1480	<i>w</i> <i>m</i>	asym sym
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O		1760—1730	<i>s</i>	chlorowodorki $\alpha$ -aminokwasów
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{C}=\text{O}$		1730—1700	<i>s</i>	chlorowodorki innych aminokwasów
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{NH}_2$	$\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-M^+$	3400—3200		jak dla zwykłych amin
Rozciągające ( $\nu$ ) $\text{COO}^-$		1600—1590 ~1400	<i>s</i> <i>m</i>	asym sym

Tablica Z.7.22

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków siarki z wiązaniami pojedynczymi

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) S—H	tioalkohole tiofenole	2600—2540	<i>w</i>	wąskie pasmo
Deformacyjne ( $\delta$ ) S—H	tioalkohole tiofenole	915—800	<i>w</i>	bez praktycznego znaczenia
Rozciągające ( $\nu$ ) C—S	siarczki	800—600	<i>w</i>	bez praktycznego znaczenia
Rozciągające ( $\nu$ ) S—S	dwusiarczki	550—450	<i>w</i>	bez praktycznego znaczenia
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	—S—CH <sub>3</sub> —S—CH <sub>2</sub> —	~2880 ~2860		asym asym
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	—S—CH <sub>3</sub> —S—CH <sub>2</sub> —	~1430 1330—1290 ~1425		asym sym

Tablica Z.7.23

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków z grupą SO<sub>2</sub>

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres, cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) O=S=O		1440—1000	s	dwa pasma asym i sym
	sulfony R—SO <sub>2</sub> —R <sup>1</sup>	1370—1290	s	często rozszereżone
	siarczany RO—SO <sub>2</sub> —OR <sup>1</sup>	1170—1110	s	zazwyczaj pojedyncze
	kwasy sulfonowe R—SO <sub>2</sub> —OH	1440—1350 1230—1150	s s	
	sulfoniany R—SO <sub>2</sub> —OR <sup>1</sup>	1260—1150 1080—1010	vs vs	
	sulfochloroki R—SO <sub>2</sub> —Cl	1420—1330 1200—1145	s s	czasem dublet
	sulfonoamidy R—SO <sub>2</sub> —N<	1410—1365 1205—1170	s s	
Rozciągające (ν) N—H	sulfonoamidy — I-rzędowe — II-rzędowe	3390—3330 3300—3245 3280—3250	s s s	
Rozciągające (ν) O—H	kwasy sulfonowe — wolna grupa OH — związana grupa OH	~2900 i ~2400 2800—1650	s	szeroke pasmo
Deformacyjne (δ) N—H	sulfonoamidy	~1175		
Rozciągające (ν) S—N	sulfonoamidy	725—650		
Rozciągające (ν) S—O		870—650	v	

Tablica Z.7.24

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków z grupą SO

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres, cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) S=O	sulfofenki R—SO—R <sup>1</sup> siarczany RO—SO—OR <sup>1</sup> kwasy sulfonowe R—SO—OH estry R—SO—OR <sup>1</sup> sulfochloroki R—SO—Cl sole kwasów R—SO—O <sup>e</sup>	1225—980 1060—1015 1225—1150 1100—1090 1140—1125 ~1135 ~1030 i ~980	s s s s s s s	
Rozciągające (ν) O—H	kwasy sulfonowe — wolna grupa OH — związana grupa OH	~3700 ~2900 i ~2500		
Rozciągające (ν) S—O	kwasy sulfonowe estry	870—810 740—720 710—690		

Tablica Z.7.25

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków z grupą C=S

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres, cm <sup>-1</sup>	Intensywność	Uwagi
Rozciągające (ν) C=S	tioketony tioestry tioamidy i tioaktamy —O—C(=S)—O— N—C(=S)—N< —S—C(=S)—S—	1275—1030 1075—1030 1210—1080 1140—1090 1235—1210 1340—1130 1070—1050	s s s s s s s	wąskie pasmo C—N(ν) 1550—1460 N—H(δ) 1380—1300

Tablica Z.7.26

Charakterystyczne pasma absorpcyjne związków fosforu

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres, $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) P—H		2440—2350	<i>m</i>	wąskie pasmo
Deformacyjne ( $\delta$ ) P—H		1090—910	<i>s</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) PO—H	wolna grupa OH związana grupa OH	~3600 2700—2560	<i>w</i>	bardzo szerokie pasmo
Rozciągające ( $\nu$ ) P—OH		1100—900		szerokie pasmo
Rozciągające ( $\nu$ ) P—O—C	P—O—R P—O—Ar	1260—855 1050—970 1260—1160	<i>s</i> <i>vs</i> <i>s</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) P=O	(RO) <sub>3</sub> P=O X(RO) <sub>2</sub> P=O R(RO) <sub>2</sub> P=O R <sub>2</sub> (RO)P=O (RO) <sub>2</sub> (HO)P=O (RO)(HO) <sub>2</sub> P=O R(RO)(HO)P=O R(HO) <sub>2</sub> P=O R <sub>2</sub> (HO)P=O R <sub>3</sub> P=O	1350—1150 1300—1250 1300—1250 1280—1240 1265—1200 1250—1210 ~1250 1220—1170 1220—1150 1205—1090 1190—1150	<i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) P—O—P		980—900		
Rozciągające ( $\nu$ ) P—C		800—650	<i>v</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) P=N	P=N—R P=N—Ar P=N—C=O	1500—1230 1390—1300 1370—1310	<i>s</i> <i>s</i> <i>s</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) P—N—C		1100—930 770—680	<i>m-s</i> <i>m-s</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) P=S		840—580	<i>v</i>	
Rozciągające ( $\nu$ ) P—X	P—F PF <sub>2</sub> P—Cl	905—760 1110—800 < 600	<i>m-s</i> <i>m-s</i> <i>m-s</i>	więcej niż jedno pasmo

Tablica Z.7.27

Charakterystyczne pasma absorpcyjne halogenopochodnych

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C—X	C—F alifatyczne CF CF <sub>2</sub> i CF <sub>3</sub> Ar—F mono ArF C=CF C≡CF <sub>2</sub> alifatyczne C—Cl CCl <sub>3</sub> C—Br C—I aromatyczne C—Cl	1400—1000 1100—1000 1350—1120 1250—1100 ~1230 1350—1150 ~1745 850—550 830—700 690—515 600—500 1100—1080	<i>s</i> <i>s</i> <i>vs</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>s</i> <i>v</i> <i>s</i> <i>v</i> <i>v</i> <i>v</i>	często więcej niż jedno ostre pasmo jedno pasmo multiplet wąskie, ostre pasmo
Rozciągające ( $\nu$ ) C—H	X—C—H	3080—2900	<i>m</i>	
Deformacyjne ( $\delta$ ) C—H	X—CH <sub>2</sub> —	1300—1150	<i>s</i>	

Tablica Z.7.28

Charakterystyczne pasma absorpcyjne pochodnych kwasu węglowego

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) C=O	R-O-C(=O)-O-R R-O-C(=O)-O-Ar Ar-O-C(=O)-O-Ar  R-S-C(=O)-O-R Ar-S-C(=O)-O-R R-S-C(=O)-O-Ar  R-S-C(=O)-S-R R-S-C(=O)-S-Ar Ar-S-C(=O)-S-Ar  R-O-C(=O)-Cl Ar-O-C(=O)-Cl R-S-C(=O)-Cl Ar-S-C(=O)-Cl  H <sub>2</sub> N-C(=O)-O- -NH-C(=O)-  H <sub>2</sub> N-C(=O)-S- -NH-C(=O)-S-  >N-C(=O)-S- >N-C(=O)-Cl -NH-C(=O)-NH-	1820—1630  ~1740 ~1770 ~1785  ~1705 ~1725 ~1735  ~1645 ~1650 ~1715  ~1780 ~1785 ~1770 ~1775  ~1700 ~1725  ~1700 ~1670  ~1670  ~1740  ~1660	s  s s s  s s s  s s s  s s s s  s s  s s  s s  s  s	C-O ( $\nu$ ) ~1260 C-O ( $\nu$ ) ~1230 C-O ( $\nu$ ) ~1215  C-O ( $\nu$ ) ~1150 C-O ( $\nu$ ) ~1130 C-O ( $\nu$ ) ~1075  C-S ( $\nu$ ) ~880 C-S ( $\nu$ ) ~840 C-S ( $\nu$ ) ~830  C-O ( $\nu$ ) ~1115  NH <sub>2</sub> ( $\delta$ ) ~1620 C-N ( $\nu$ ) ~1230  NH <sub>2</sub> ( $\delta$ ) ~1620 C-N ( $\nu$ ) ~1190  C-N ( $\nu$ ) ~1250

Tablica Z.7.29

Charakterystyczne pasma absorpcyjne wodoronadtlenków, nadtlenków i nadlitenokwasów

Rodzaj drgań	Związek lub grupa	Zakres $\text{cm}^{-1}$	Intensywność	Uwagi
Rozciągające ( $\nu$ ) O-H	wodoronadtlenki C-O-O-H  nadtlenokwasy C(=O)-O-O-H	3450—3200  ~3450  ~3280	$\nu$  $\nu$  $\nu$	   C=O ( $\nu$ ) 1760—1745
Rozciągające ( $\nu$ ) C-O-O	wodoronadtlenki  nadtlenki	1200—1000  1200—1175	s  s	
Rozciągające ( $\nu$ ) O-O	wodoronadtlenki  nadtlenki  nadtlenki diacylowe R-C(=O)-O-O-C(=O)-R  Ar-C(=O)-O-O-C(=O)-Ar	1000—800  1000—830  1000—830  890—820  ~1000	w  $\nu w$  w  w  w	   C=O ( $\nu$ ) 1820—1780 dwa pasma  C=O ( $\nu$ ) 1805—1750 dwa pasma
Deformacyjne ( $\gamma$ ) O-H nie w płaszczyźnie	nadtlenokwasy	~950	m	

Tablica Z.7.30

Wpływ sąsiedztwa grupy C=O na jej drgania

Związek	$\nu_{C=O}$ , $cm^{-1}$	Typ efektu
	1725—1705	
	1750—1735	mezomeryczny i indukcyjny
	1815—1785	indukcyjny
	1695—1650	mezomeryczny
	1610—1550	mezomeryczny
	~1760	indukcyjny
	1695—1660	wpływ sprzężenia
	1745—1725	indukcyjny
cykloheksanon cyklopentanon cyklobutanon	1715 1745 1784	wpływ naprężenia pierścienia

Cl ~ 1800

F ~ 1870

Br ~ 1810

OH - 1760

OH 1720

OR 1740

H 1730

= 1670

bezu sym W

asym W lub

Tablica Z.9.1 ciąg dalszy

1	2
92	
93	
94	
95	
96	$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2C\equiv N$ , $C_7H_{12}$
97	
98	
99	
100	$C_4H_9CCH_2+H$ , $C_3H_7CHNH_2$ $C_4H_9O-C=O$
101	$C_3H_7OCCH_2+H$
102	$C_4H_9O-C=O+2H$ , $C_5H_{11}S$ , $CH(OCH_2CH_3)_2$ , $C_8H_7$ (grupa styrylowa, cynamo
103	$Ph-C=O$ (w $Ph-CO-Z$ , gdzie $Z = OH, Alk, OAr, halogen, NH_2$ ), $PhCH_2$
104	$C_2H_5CHONO_2$
105	$Ph-C=O$ (w $Ph-CO-Z$ , gdzie $Z = OH, Alk, OAr, halogen, NH_2$ ), $PhCH_2$
106	$Ph-NHCH_3$
107	
108	$Ph-C=O$ , $Ph-CH_2O+H$
109	
111	