

ν - drgania rozciągające – symetryczne oraz asymetryczne

δ - drgania deformacyjne (nożycowe, wachlarzowe, skręcające) – symetryczne oraz asymetryczne

γ - drgania deformacyjne poza płaszczyzną

ALKANY

$\nu(\text{C-H})$ 3000-2840 cm^{-1}

CH_3 ν_{as} 2962 cm^{-1} oraz ν_{sym} 2872 cm^{-1}

CH_2 ν_{as} 2926 cm^{-1} oraz ν_{sym} 2853 cm^{-1}

CH mała intensywność ok. 2890 cm^{-1}

$\delta(\text{C-H})$ 1480-1375 cm^{-1}

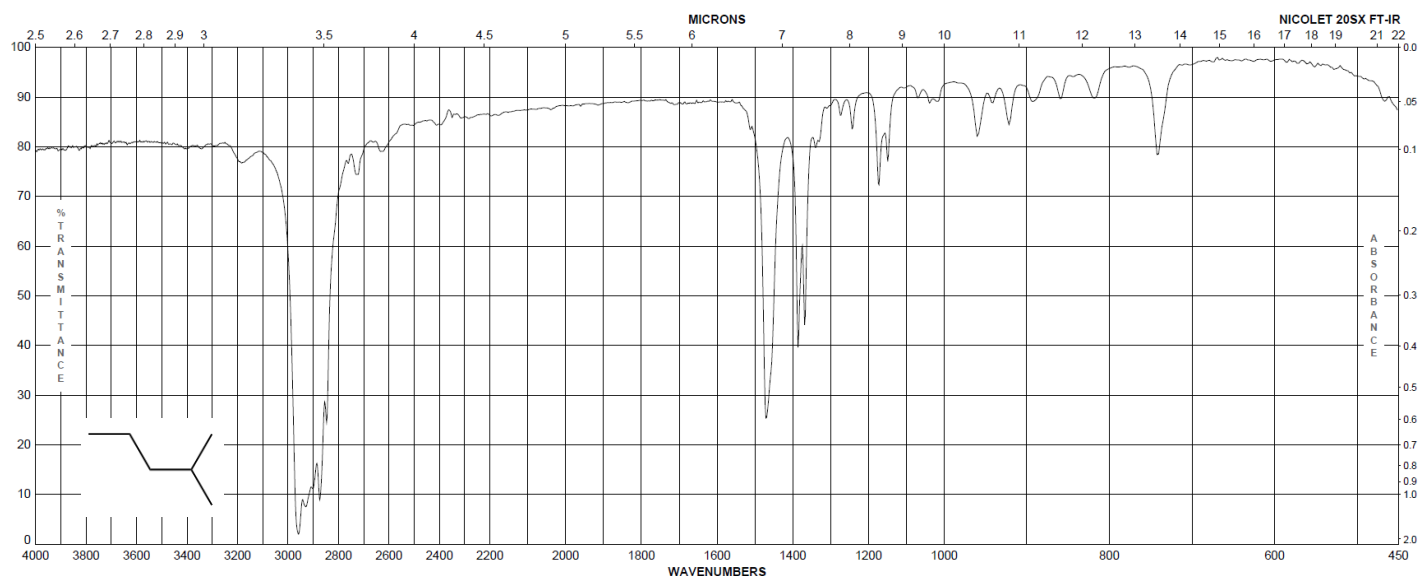
CH_3 δ_{as} ok. 1450 cm^{-1} oraz δ_{sym} ok. 1375 cm^{-1}

CH_2 δ_{sym} (nożycowe) 1480-1440 cm^{-1} identyczne natężenie

grupa izopropylowa: dublet 1385-1380 cm^{-1} oraz 1370-1365 cm^{-1} , pasma mają prawie identyczne natężenie

grupa tert-butylowa: dublet 1395-1385 cm^{-1} oraz ok. 1370 cm^{-1} , pasmo drugie ma zwykle 2x większe natężenie

$\rho(\text{CH}_2)$ - drgania wahadłowe $(\text{CH}_2)_n$, gdzie $n \geq 4$: ok. 720 cm^{-1}



ALKENY

$\nu(=\text{C-H})$ 3095-3010 cm^{-1}

$\nu(\text{C=C})$ występują tylko w widmach alkenów niesymetrycznych

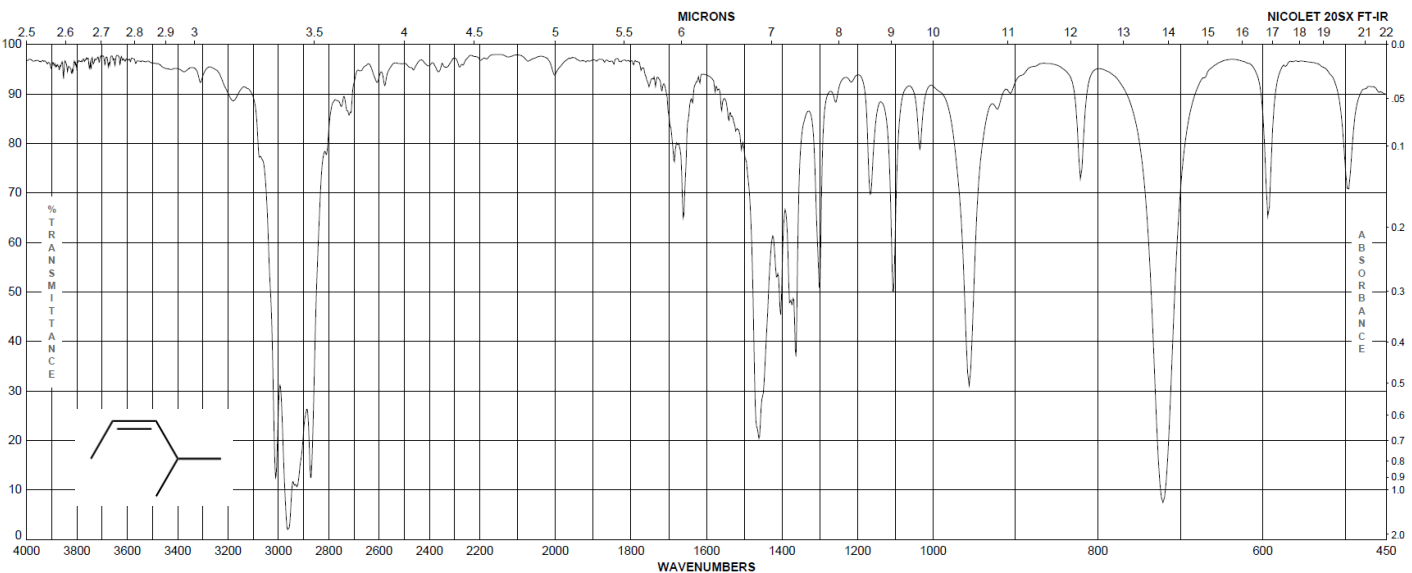
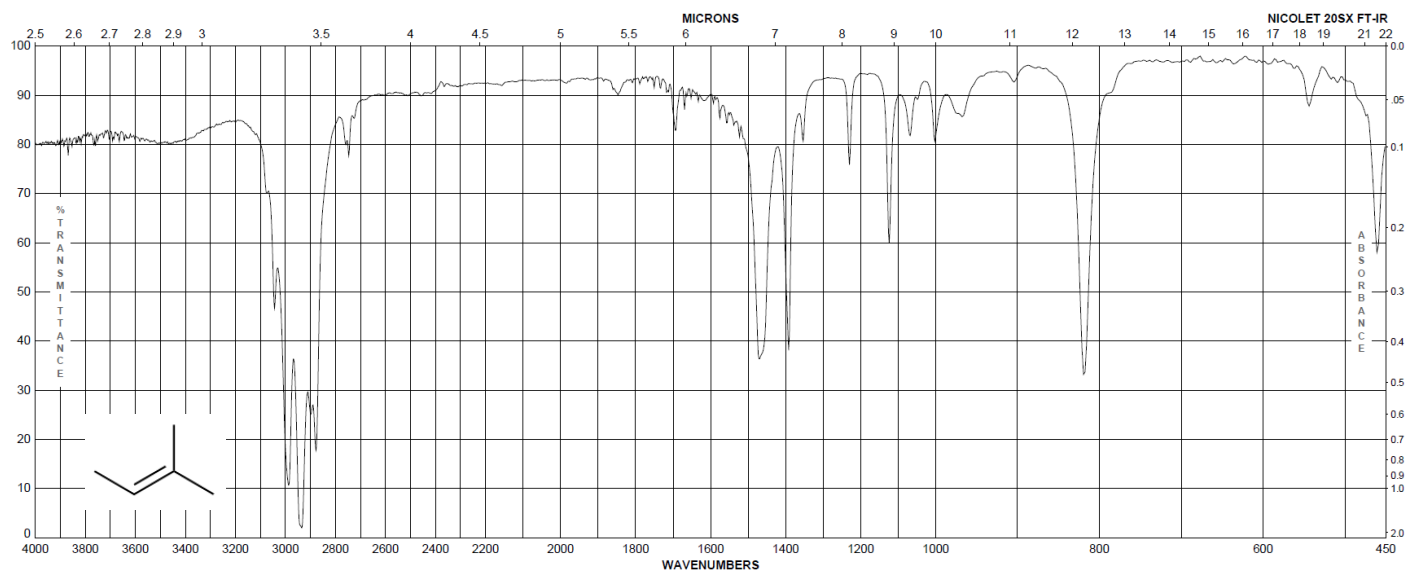
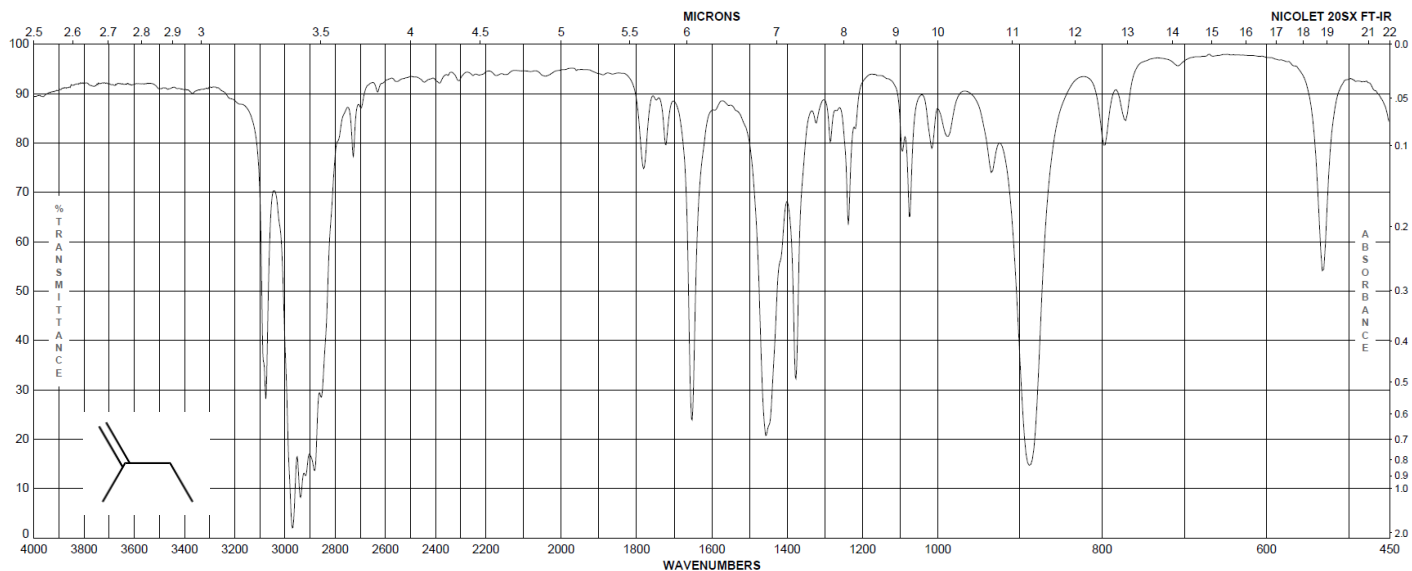
dla **izolowanych** wiązań C=C zwykle w rejonie 1690-1620 cm^{-1}

sprężenie wiązania C=C z pierścieniem aromatycznym, grupą C=O itp. powoduje zmniejszenie częstości drgań $\nu(\text{C=C})$: 1650-1580 cm^{-1}

drgania deformacyjne wiązań $=\text{C-H}$:

drgania deformacyjne poza płaszczyzną $\gamma(\text{C-H})$ dają intensywnie pasma w zakresie 1005-665 cm^{-1} , liczba i położenie tych pasm zależy od liczby i ułożenia atomów wodoru przy wiązaniu podwójnym (patrz tablice)

drgania deformacyjne płaskie $\delta(\text{C-H})$ leżą w rejonie 1420-1290 cm^{-1} , mają małe natężenie, dlatego nie mają większego znaczenia



ALKINY

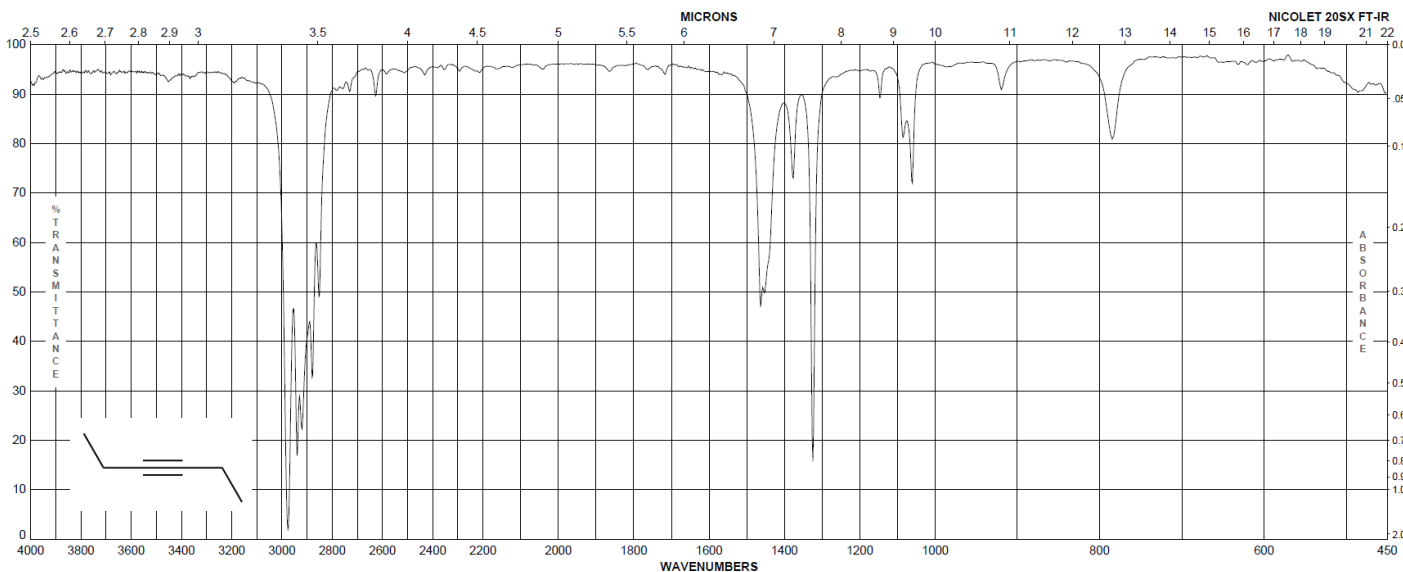
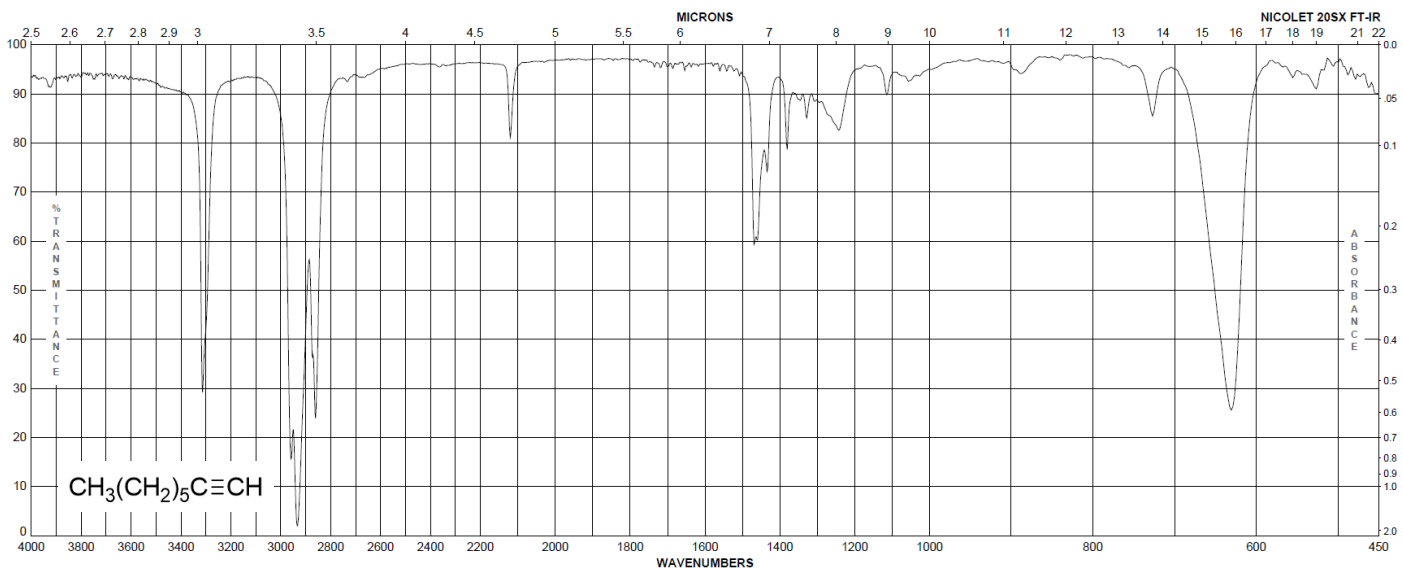
$\nu(\text{C}\equiv\text{C})$ występuje tylko w alkinach niesymetrycznych w zakresie 2260-2100 cm^{-1}

dla terminalnego wiązania potrójnego typowy zakres to 2140-2100 cm^{-1}

dla wewnętrznego wiązania potrójnego to 2260-2190 cm^{-1} (zwykle słabe)

$\nu(\text{C}\equiv\text{C}-\text{H})$ leży ok. 3300 cm^{-1} , jest silne i stosunkowo ostre (różni się wyraźnie od występujących w tym zakresie szerokich pasm odpowiadających drganiom rozciągającym N-H oraz O-H)

$\delta(\text{C}\equiv\text{C}-\text{H})$ silne szerokie pasmo 700-600 cm^{-1} (tylko dla terminalnych)



ZWIĄZKI AROMATYCZNE

$\nu(\text{C}_{Ar}-\text{H})$ 3100-3000 cm^{-1} średnio lub słabo intensywne

$\nu(\text{C}_{Ar}-\text{C}_{Ar})$ (drżania rozciągające wiązań C-C w płaszczyźnie pierścienia) występują w zakresach 1600-1585 cm^{-1} oraz 1500-1400 cm^{-1} , są zwykle ostre i często występują w postaci dubletów

$\gamma(\text{C}_{Ar}-\text{H})$ (drżania deformacyjne poza płaszczyzną) – silne pasma w zakresie 900-650 cm^{-1} ; obraz widma w tym rejonie zależy od sposobu podstawienia pierścienia aromatycznego:

monopodstawienie: silna absorpcja przy ok. 750 cm^{-1} oraz ok. 700 cm^{-1} , szczególne znaczenie ma pasmo przy 700 cm^{-1} , jeżeli związek nie absorbuje w tym rejonie nie może być monopodstawioną pochodną benzenu; pasma w zakresach: 910-890 cm^{-1} , 770-730 cm^{-1} oraz 710-680 cm^{-1}

orto-dipodstawienie: silna absorpcja **tylko** przy 750 cm^{-1} (780-735 cm^{-1})

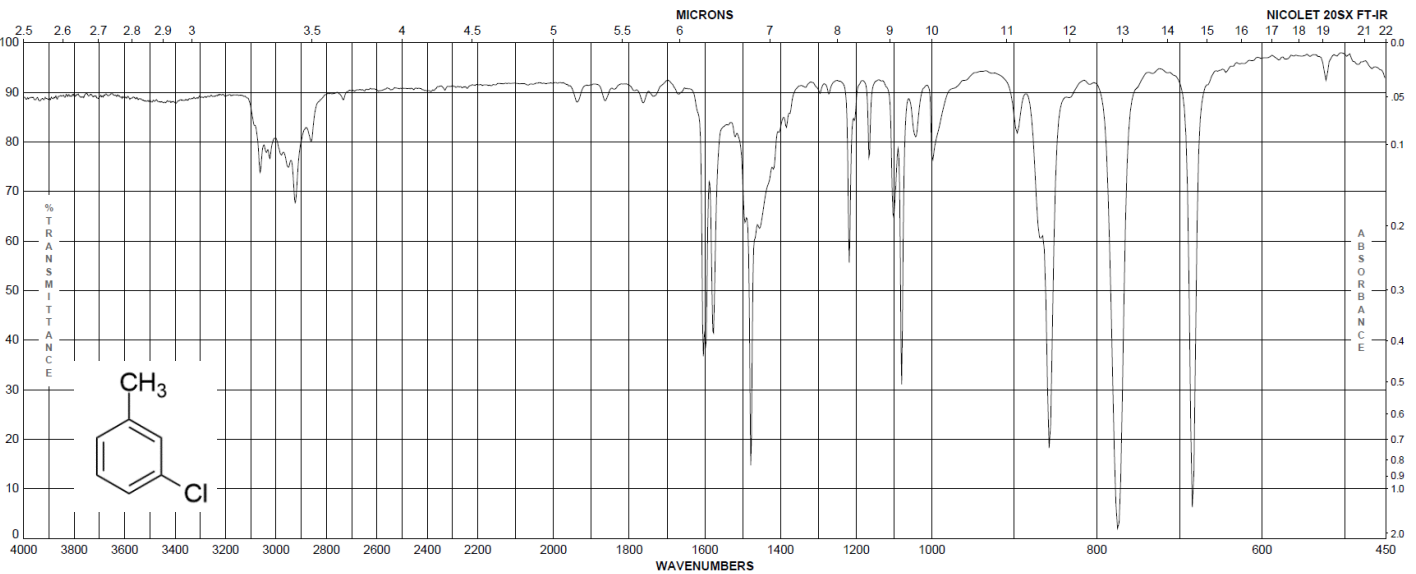
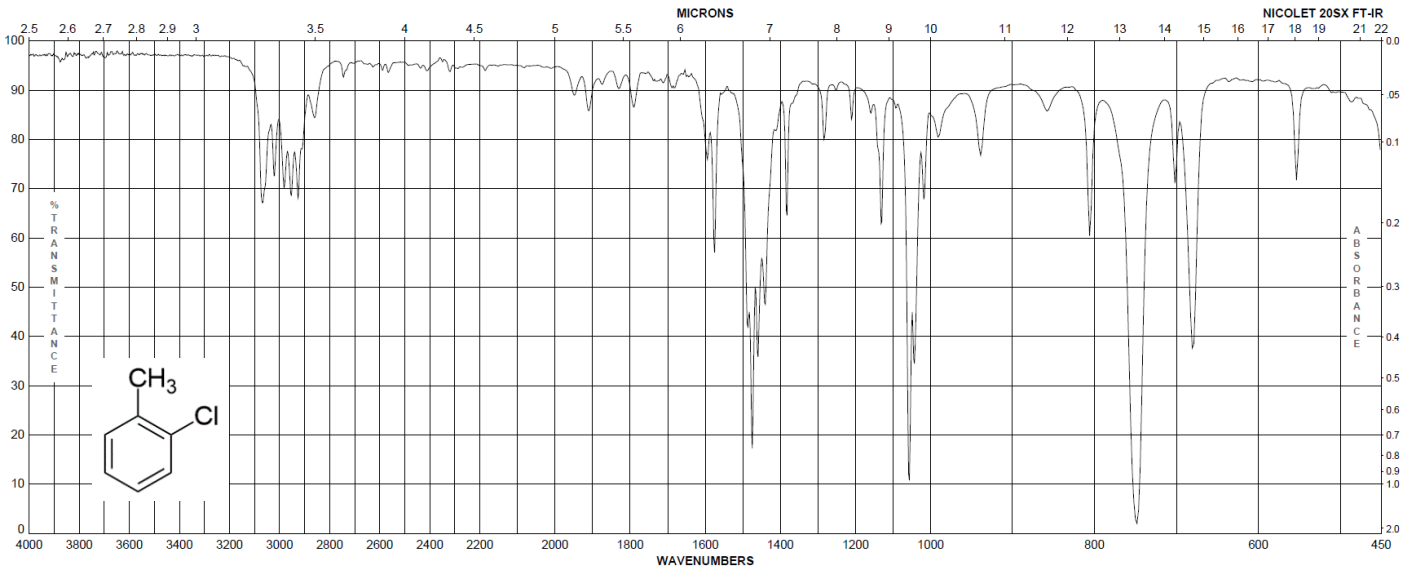
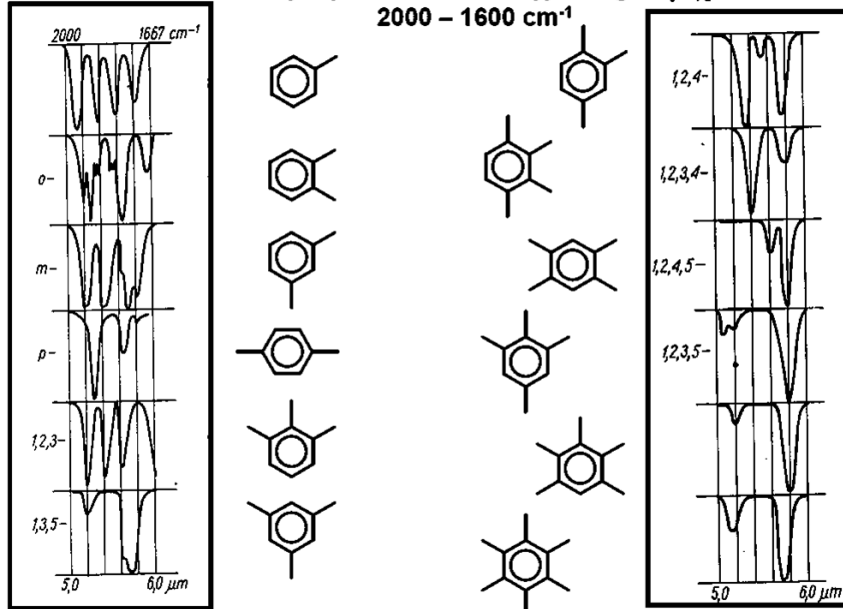
meta-dipodstawienie: silne pasmo przy 810-750 cm^{-1} oraz słabsze przy 900-860 cm^{-1} (oraz 725-670 cm^{-1})

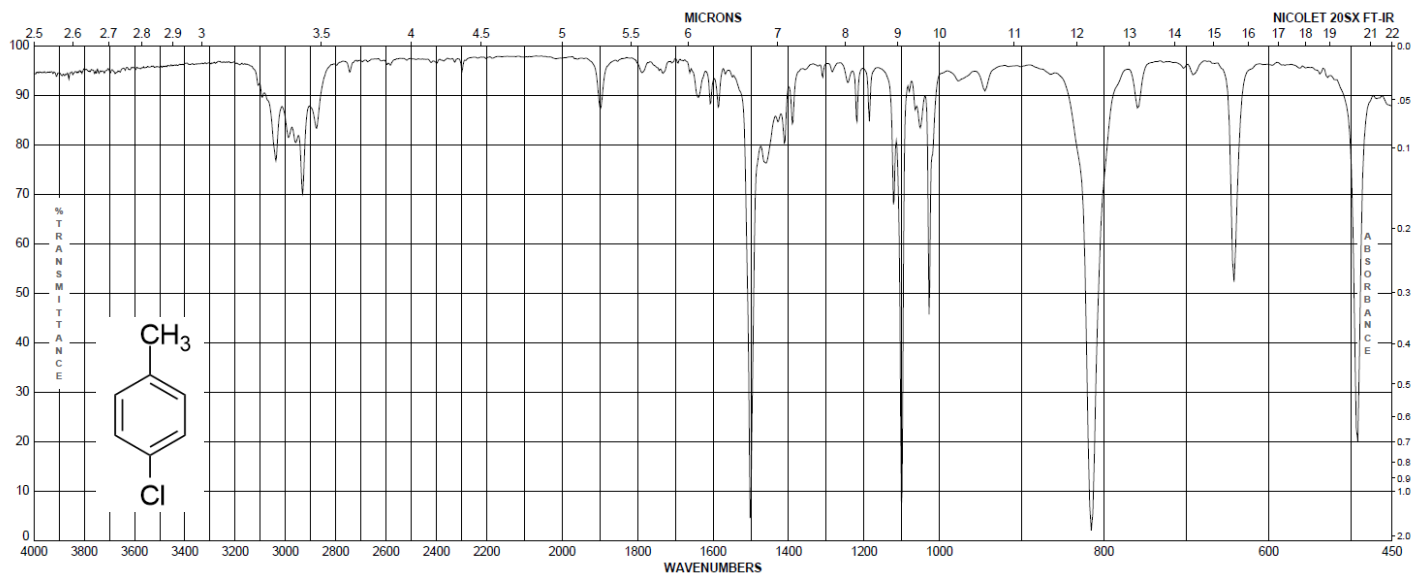
para-dipodstawienie: silne pasmo w zakresie 860-800 cm^{-1}

nadtony + pasma kombinacyjne drgań $\gamma(\text{C}_{Ar}-\text{H})$: 2000-1600 cm^{-1}

nadtomy + pasma kombinacyjnej drgań $\gamma_{C_{Ar}-H}$

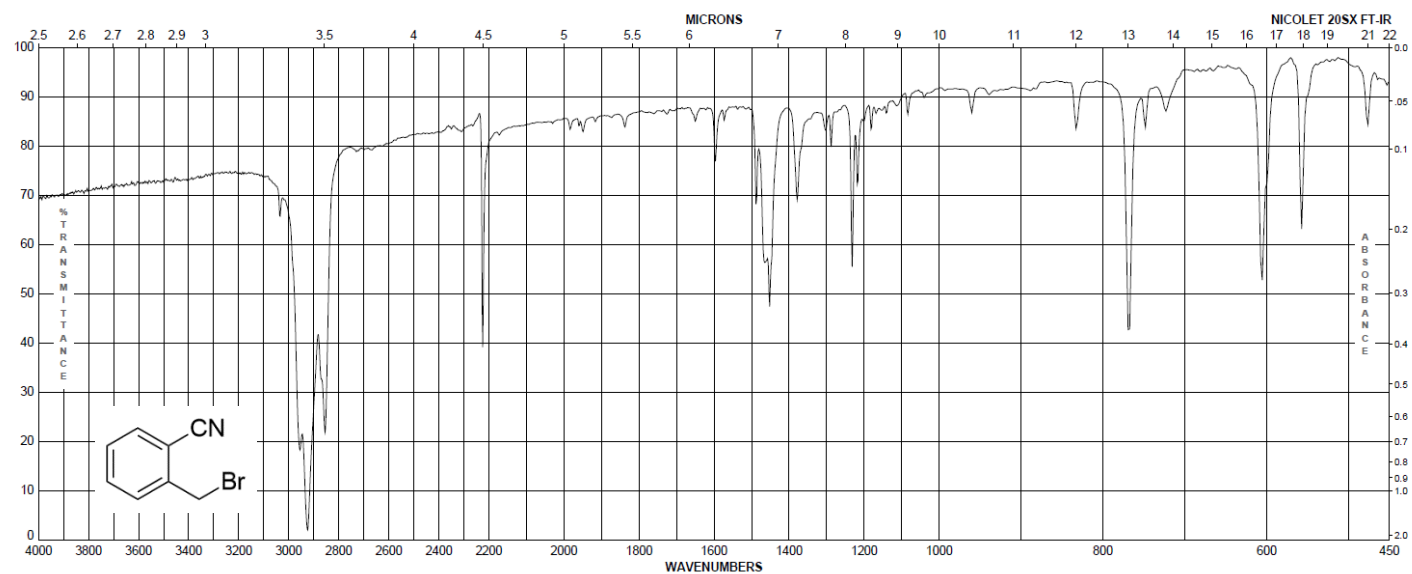
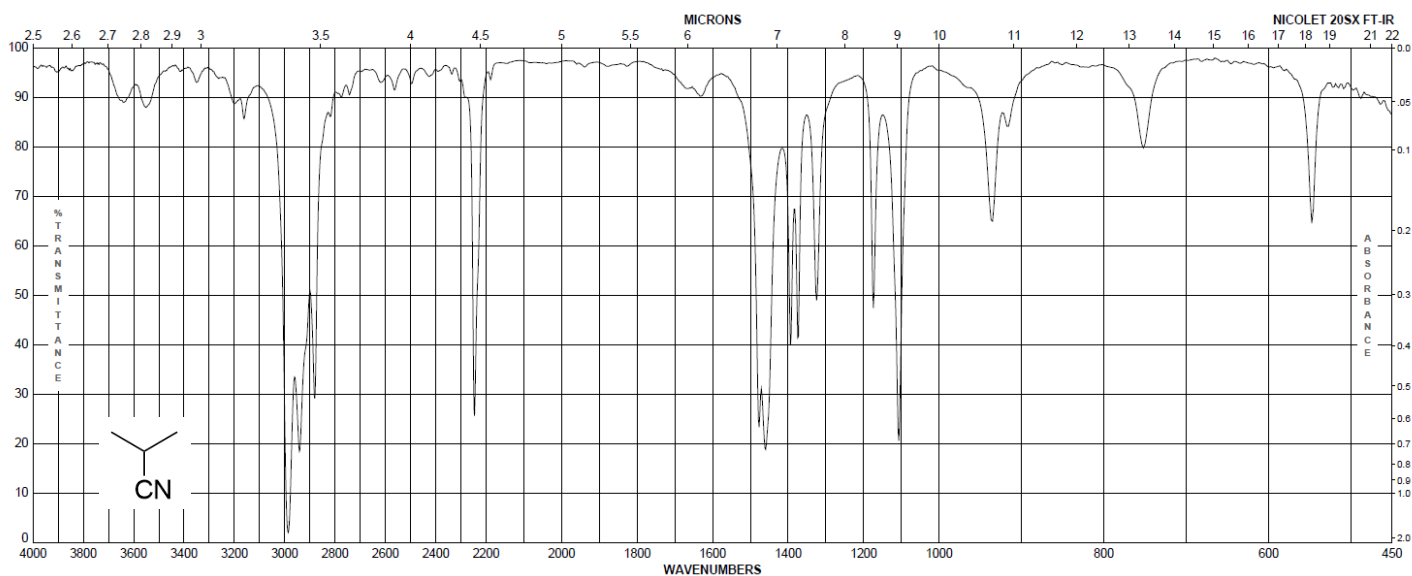
2000 – 1600 cm^{-1}





NITRYLE

$\nu(\text{C}\equiv\text{N})$ silna absorpcja, dość wąskie pasmo (w nitylach symetrycznych – niewidoczne)
 dla nasyconych nityli 2260-2240 cm⁻¹
 dla α,β -nienasyconych oraz aromatycznych nityli 2240-2215 cm⁻¹

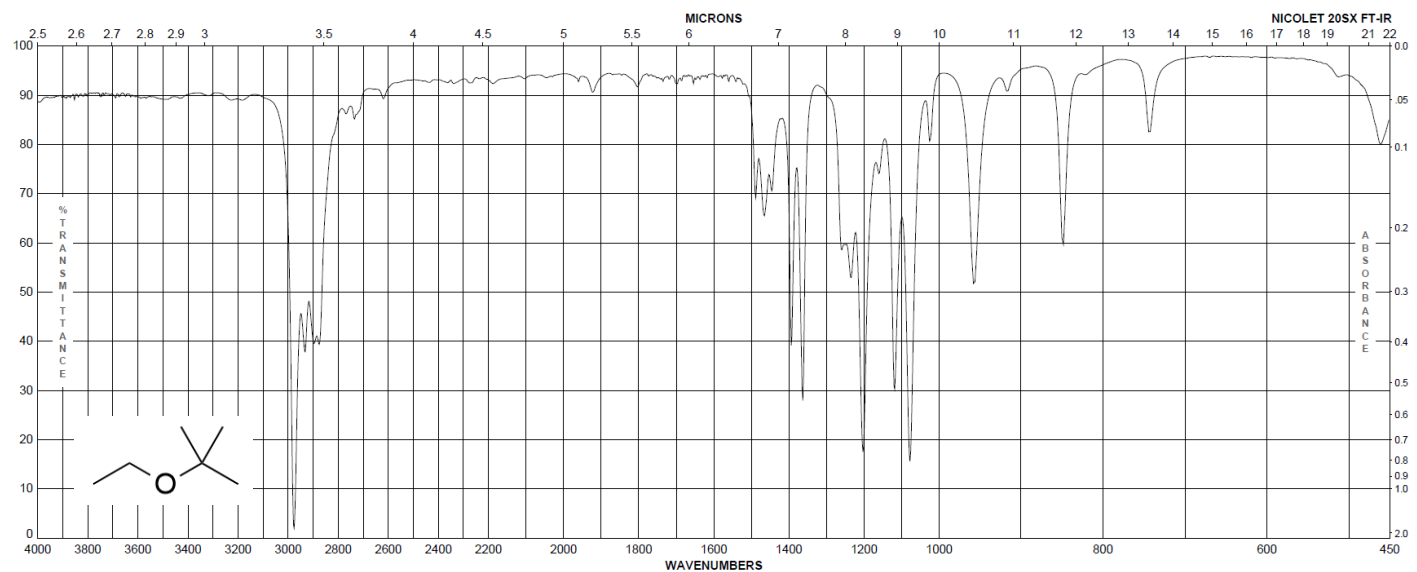
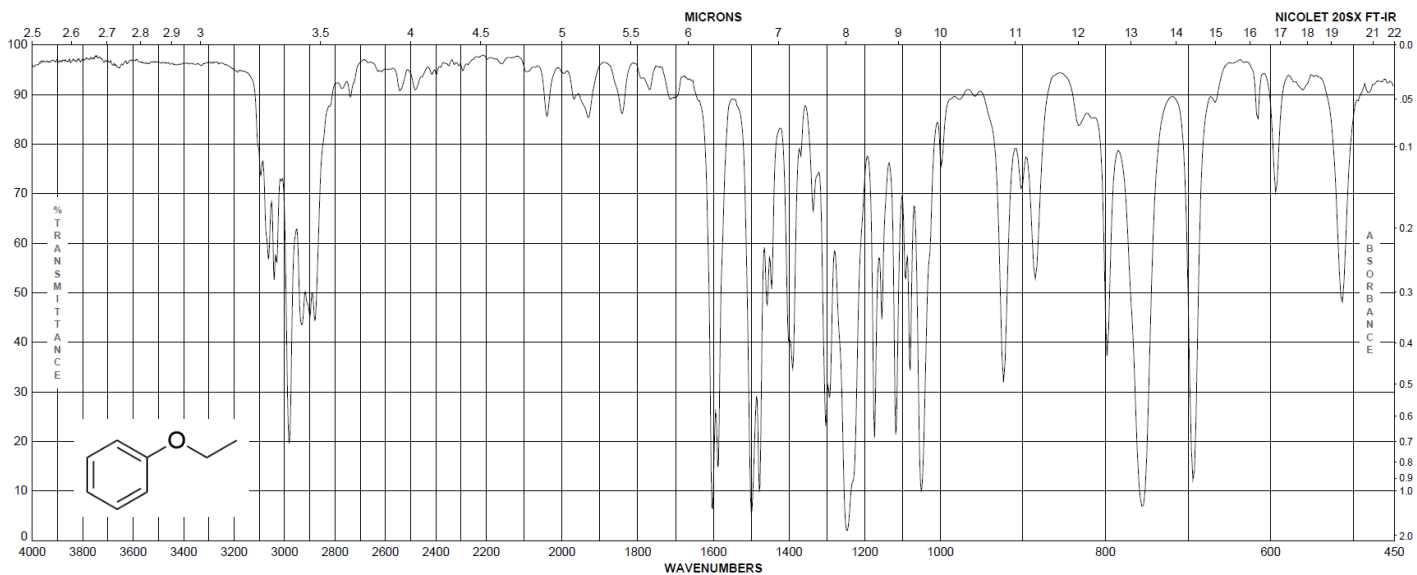
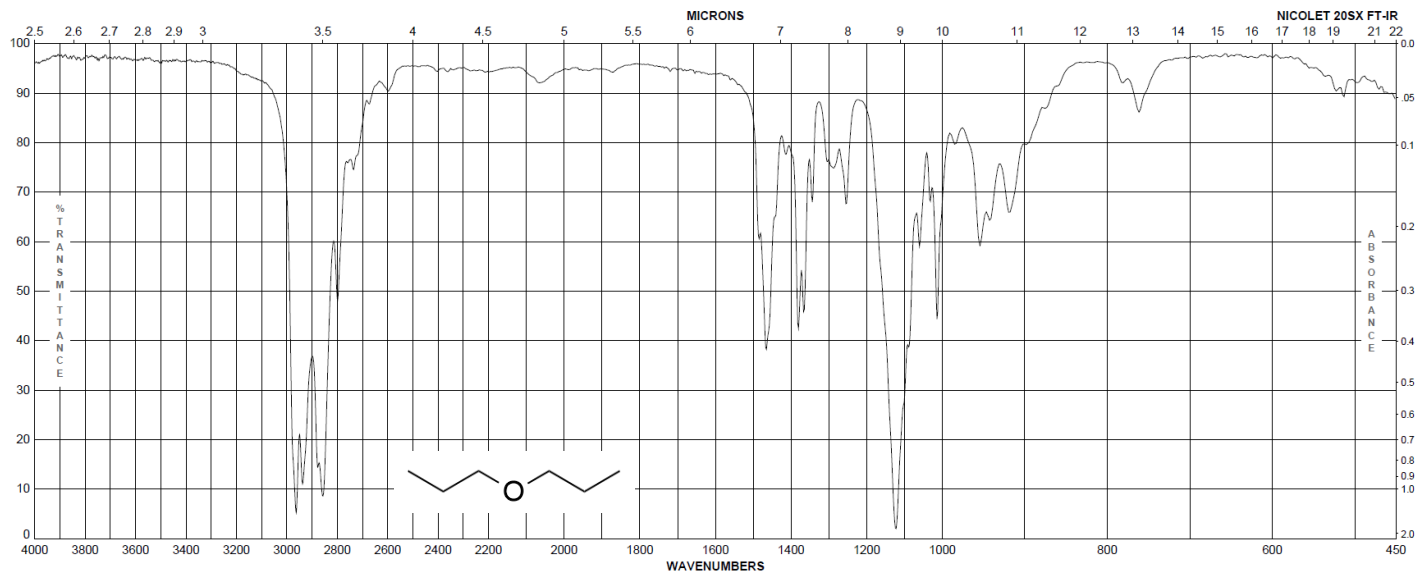


ETERY

$\nu(\text{C-O})$ charakterystyczne silne pasmo w zakresie $1310\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$

etry alifatyczne $1150\text{-}1060\text{ cm}^{-1}$

etry aromatyczne i winylowe $1270\text{-}1230\text{ cm}^{-1}$



ALKOHOLE I FENOLE

$\nu(\text{O-H})$ charakterystyczne silne pasmo 3700-3200 cm^{-1} , położenie i wygląd pasma zależą od stopnia asocjacji cząsteczek za pośrednictwem wiązań wodorowych:

dla monomerów (niezasocjowanych cząsteczek występujących, np. przy dużym rozcieńczeniu próbki):

wąskie pasmo przy 3670-3580 cm^{-1} ,

dla dimerów: wąskie pasmo 3550-3580 cm^{-1} ,

dla poliasocjatów: szerokie pasmo 3400-3200 cm^{-1} .

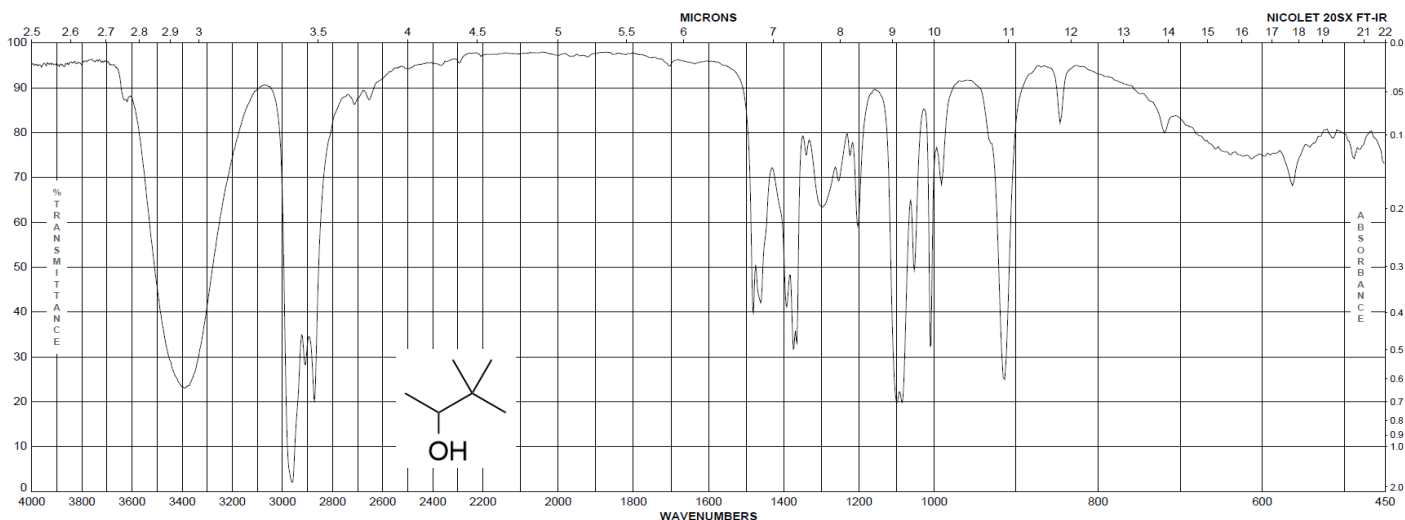
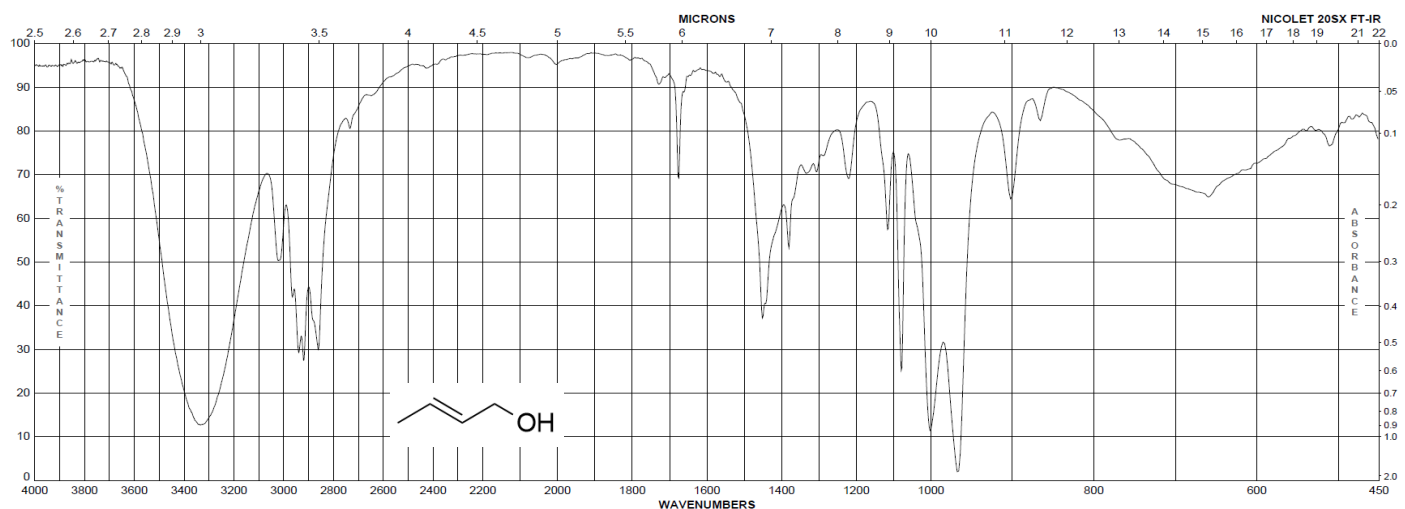
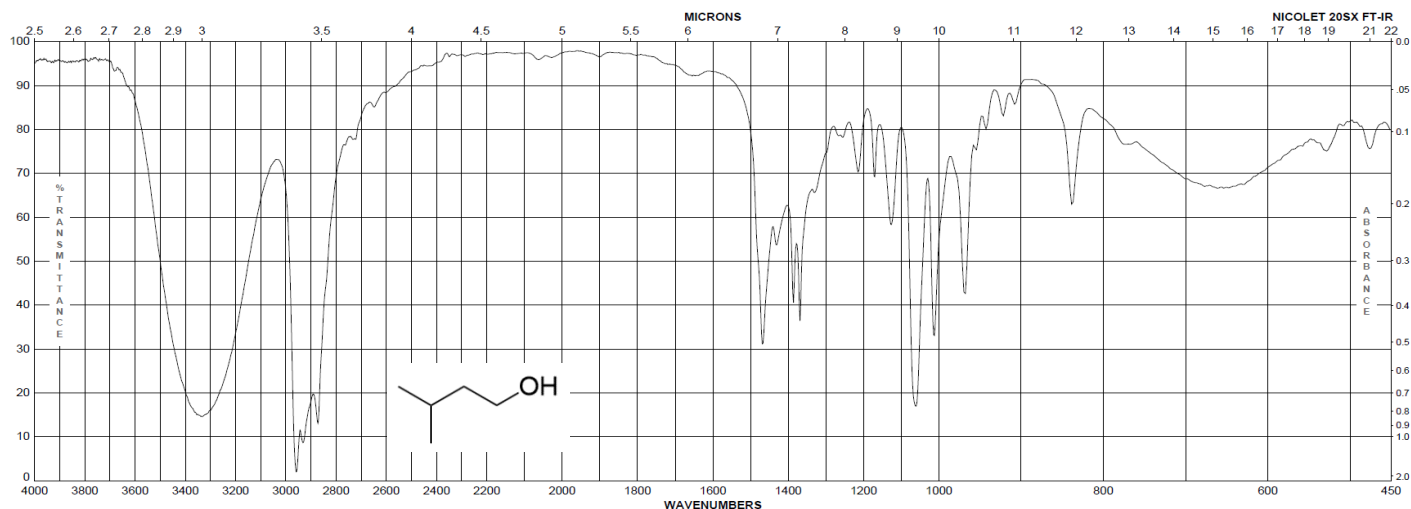
$\nu(\text{C-O})$ 1260-1000 cm^{-1} ; analiza tych drgań pozwala zwykle rozróżnić alkohole pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowe oraz fenole:

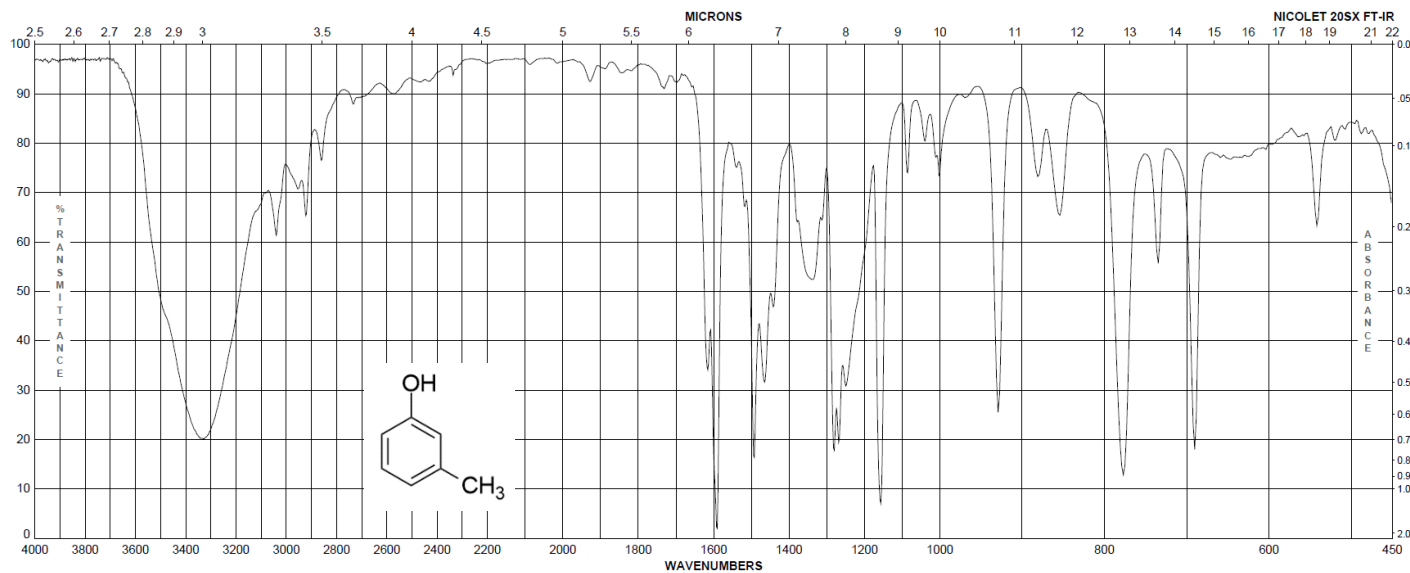
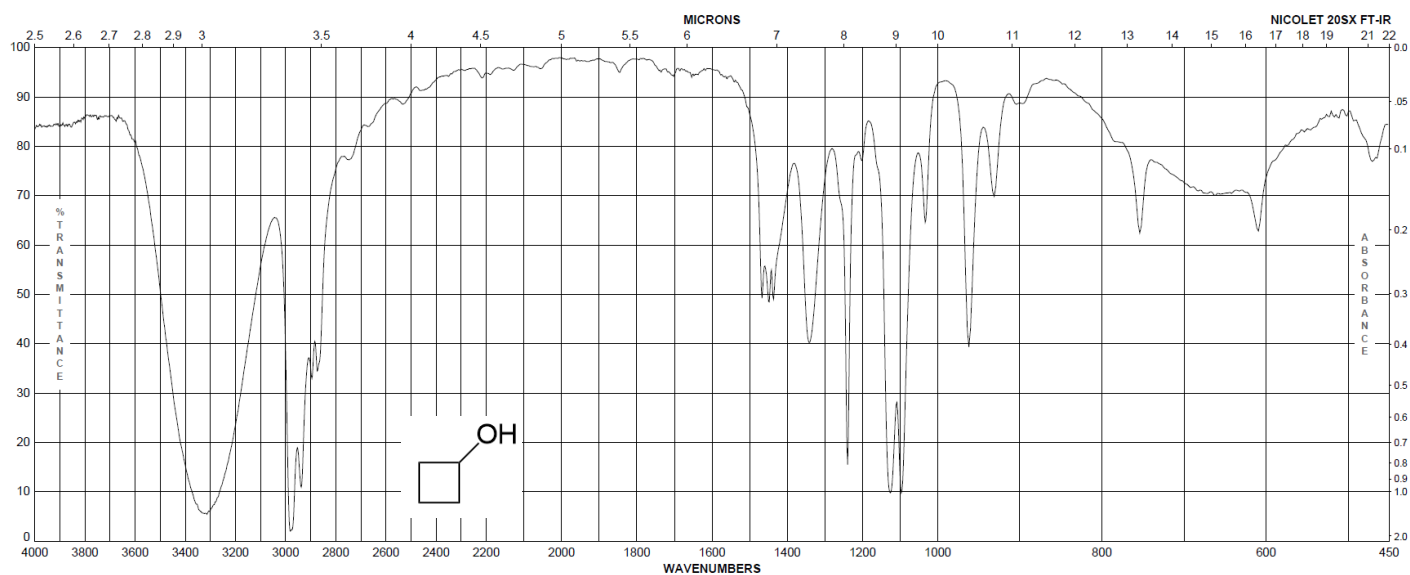
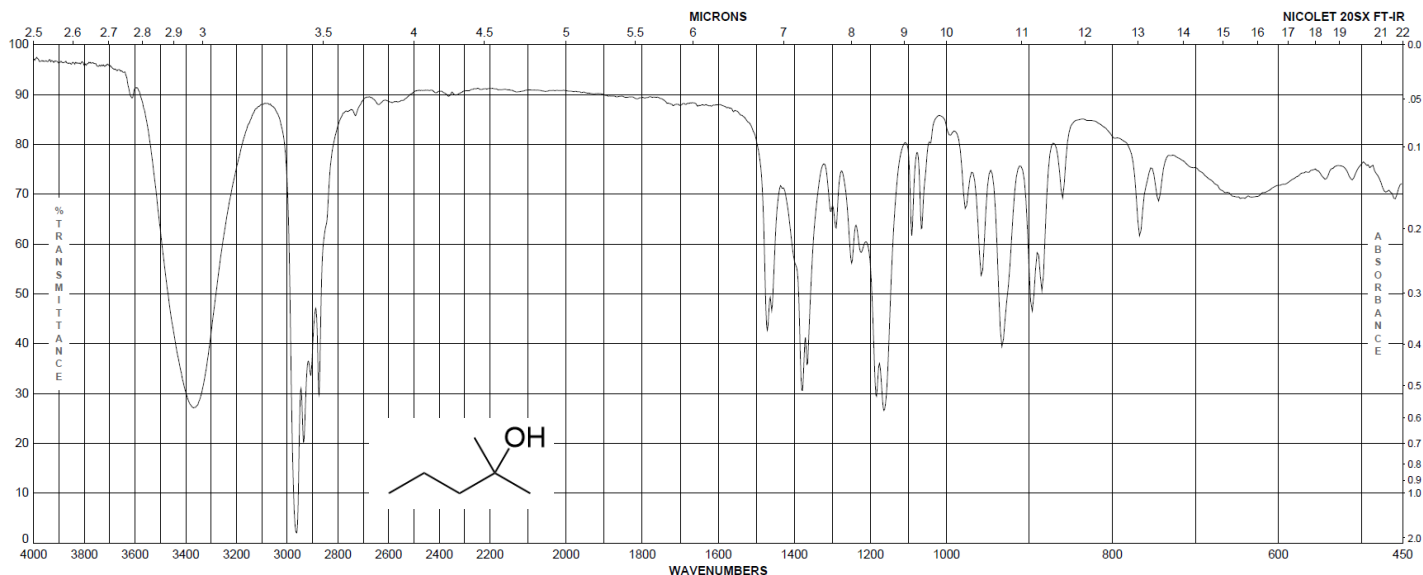
alkohole I-rzędowe: 1075-1000 cm^{-1} ,

alkohole II-rzędowe: 1125-1030 cm^{-1} ,

alkohole III-rzędowe: 1210-1100 cm^{-1} ,

fenole: 1230-1140 cm^{-1} .





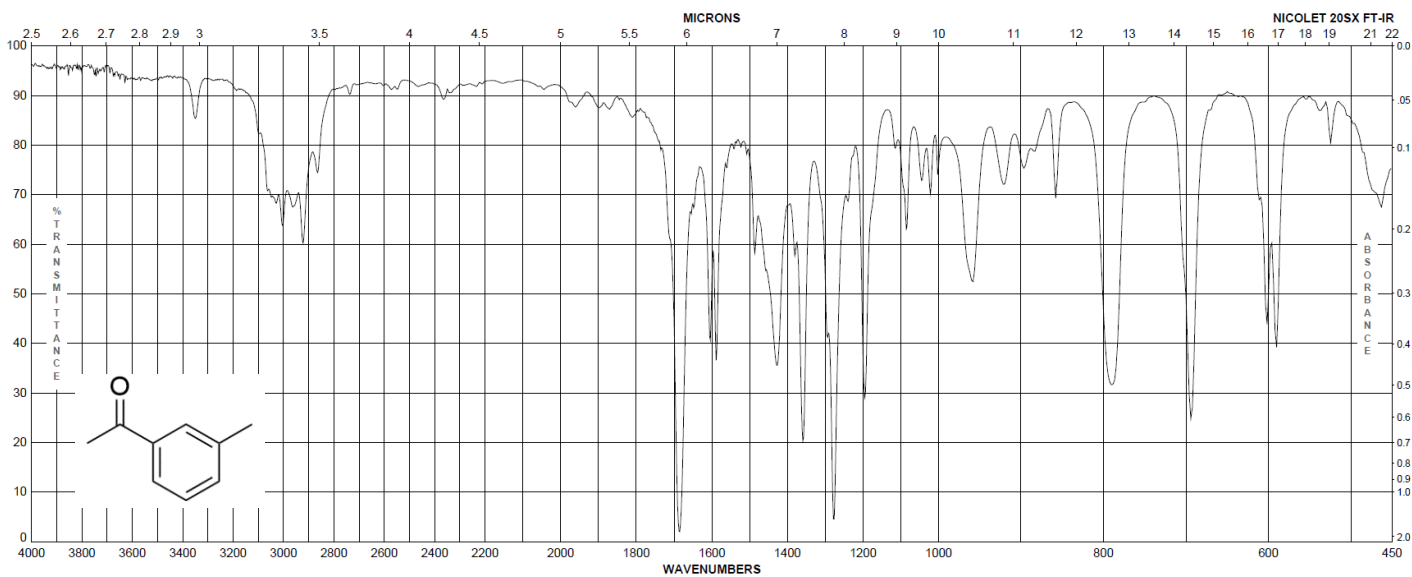
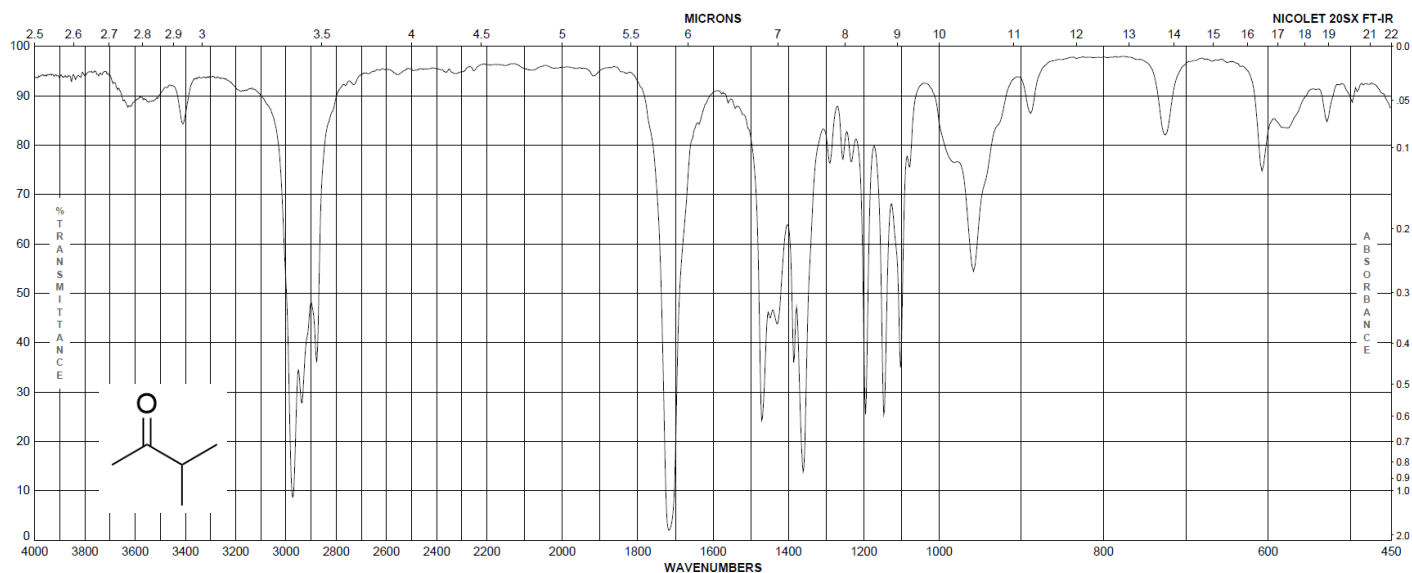
KETONY

$\nu(\text{C}=\text{O})$ 1725-1660 cm⁻¹ (punkt wyjściowy do interpretacji związków karbonylowych)

ketony nasycone 1725-1700 cm⁻¹ (prawie równo na 1700 cm⁻¹)

ketony α,β -nienasycone oraz aromatyczne 1695-1660 cm⁻¹ (nieco mniej niż 1700 cm⁻¹)

dla odpowiednio cykloheptanonu, sykloheksanonu, cyklopentanonu i cyklobutanonu - 1705, 1715, 1745, 1784 cm⁻¹



ALDEHYDY

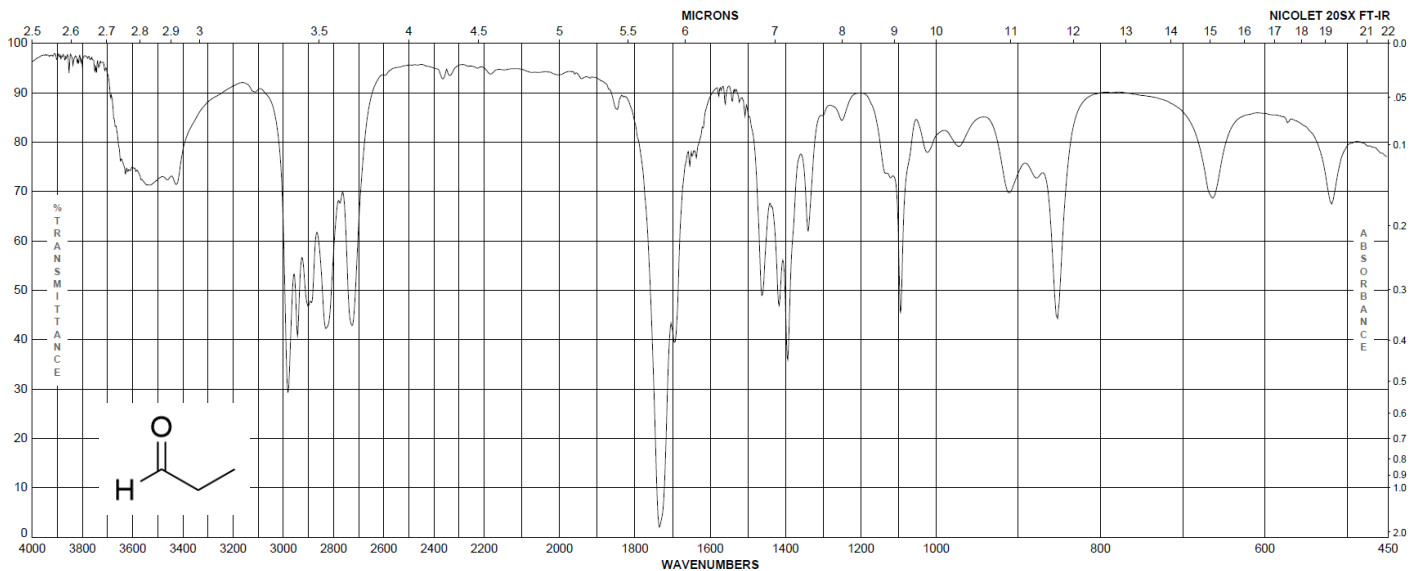
$\nu(\text{C}=\text{O})$ (nieco większe liczby falowe w porównaniu z ketonami)

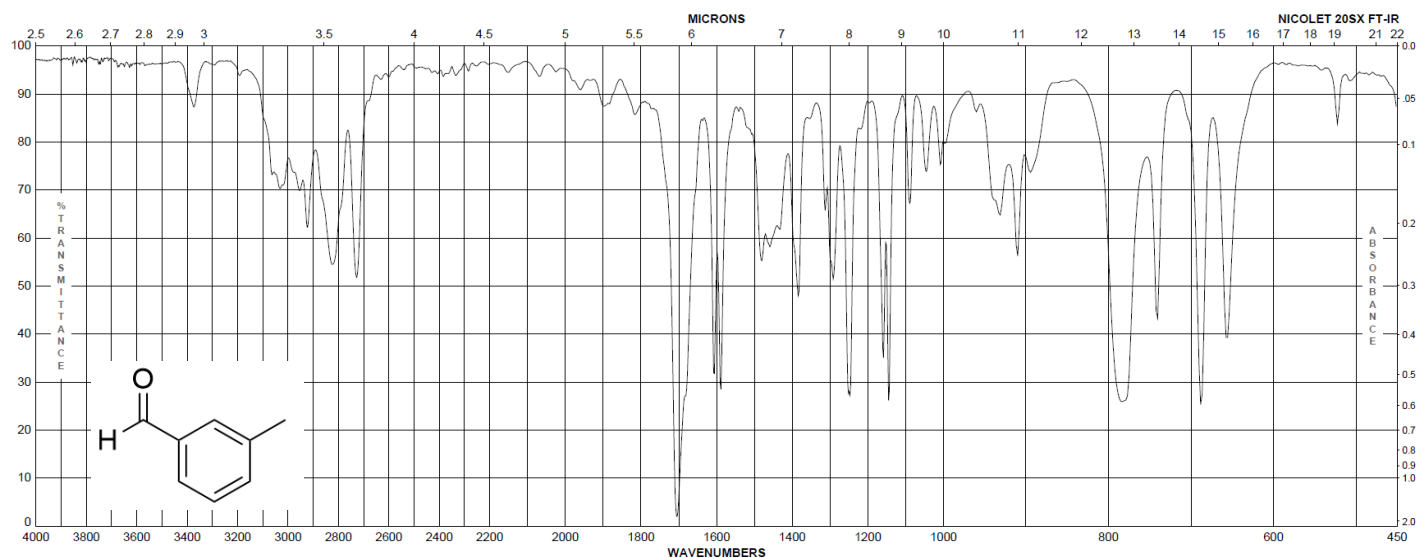
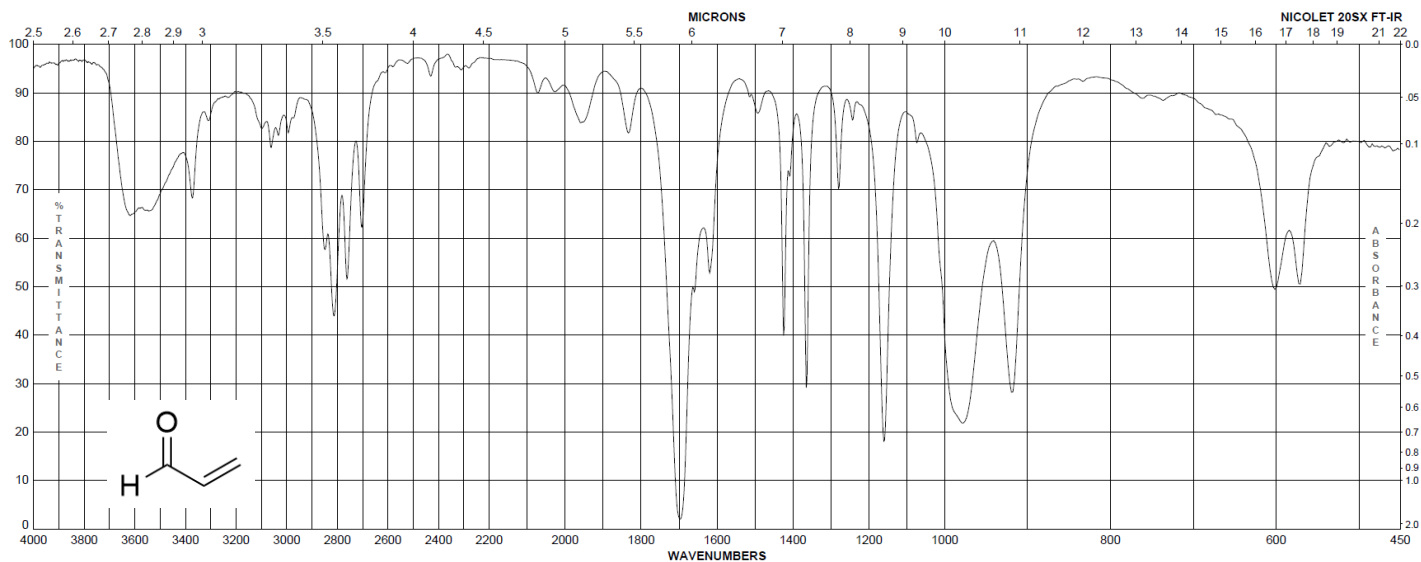
aldehydy nasycone $1740\text{-}1720\text{ cm}^{-1}$

ketony α,β -nienasycone oraz aromatyczne $1715\text{-}1685\text{ cm}^{-1}$

$\nu(\text{C-H})$ dwa pasma o średnim natężeniu w rejonie $2900\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$ (widełki aldehydowe)

pasmo kombinacyjne $2780\text{-}2680\text{ cm}^{-1}$





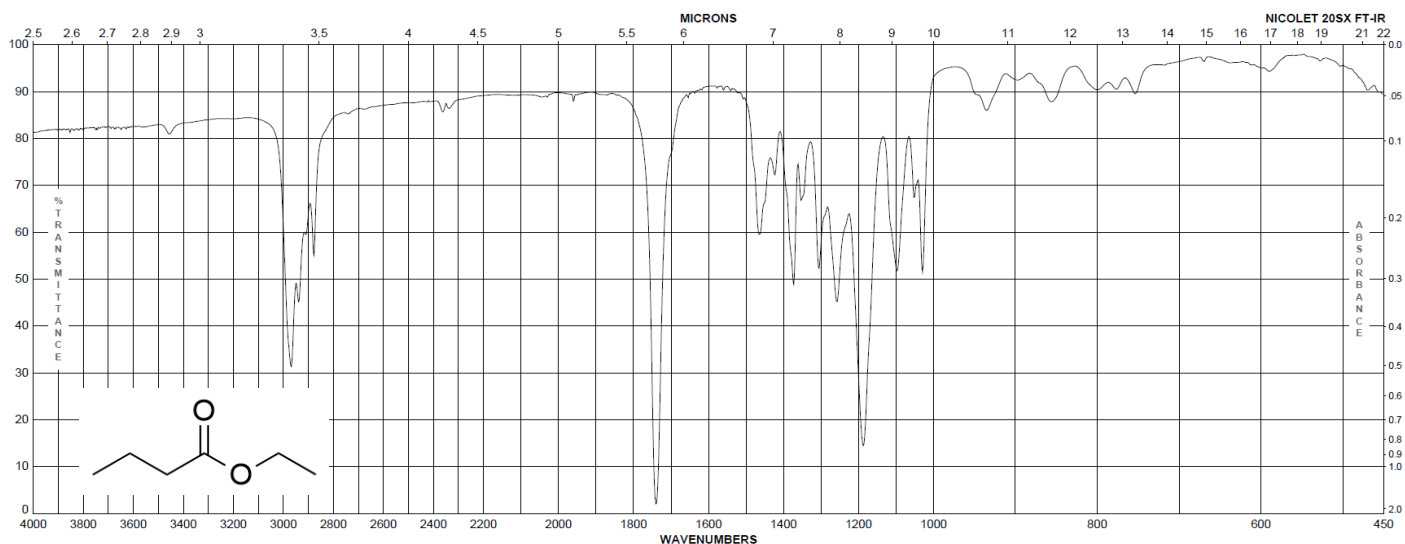
ESTRY

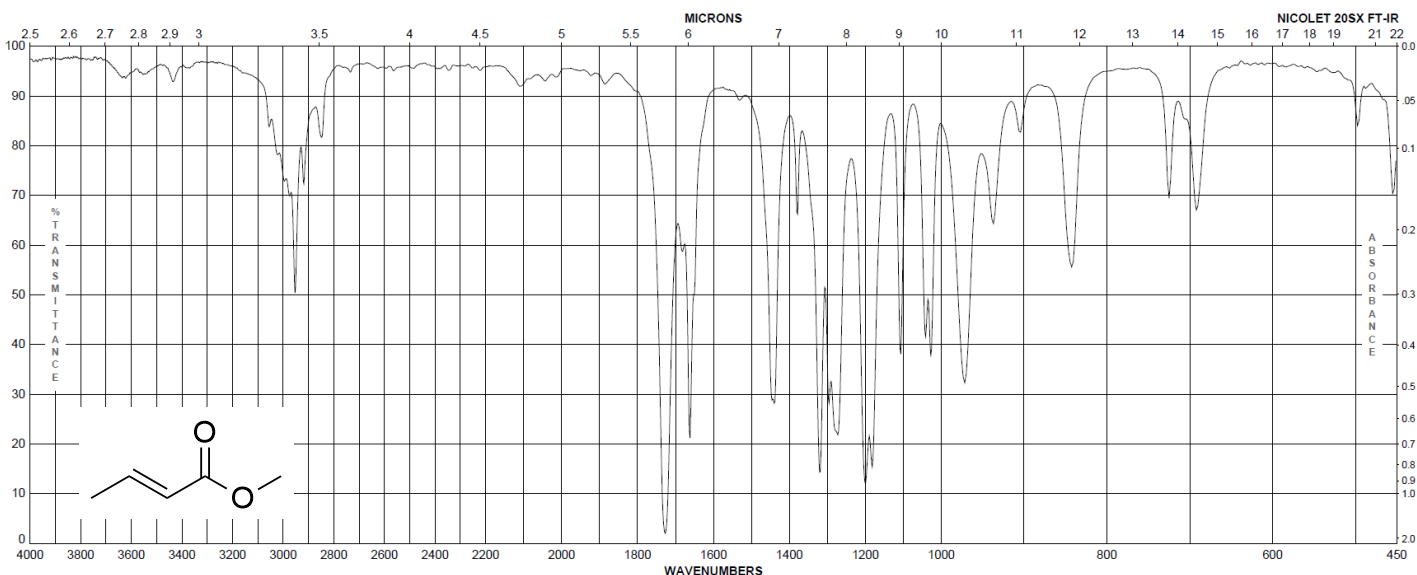
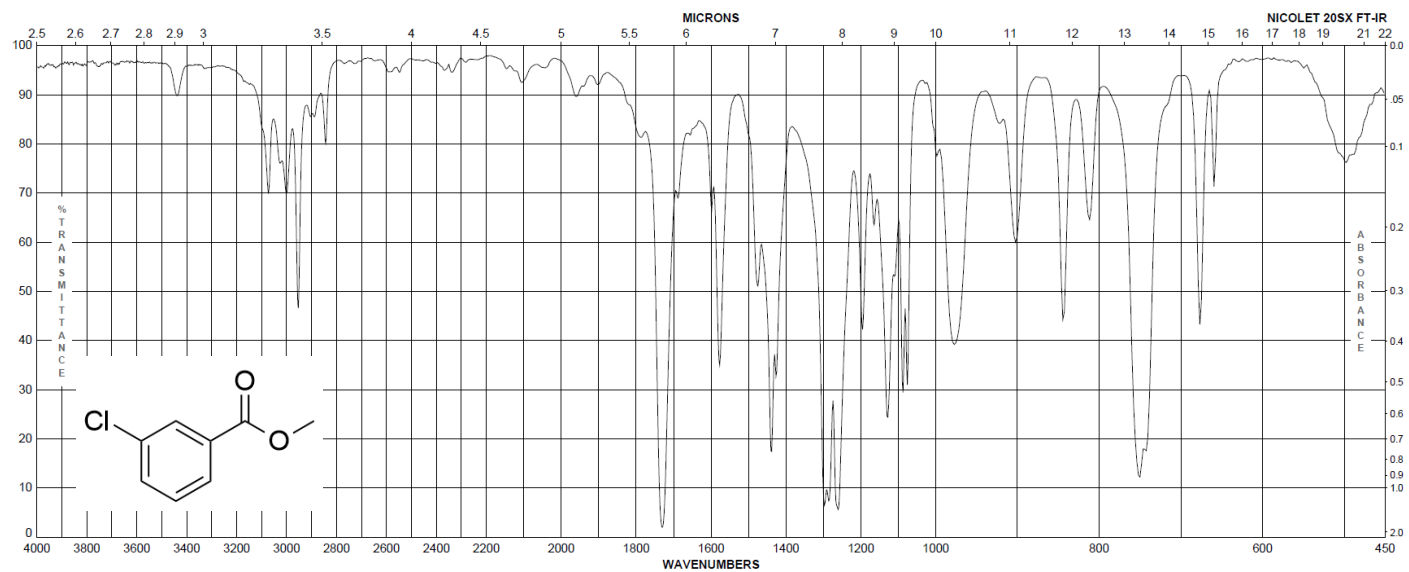
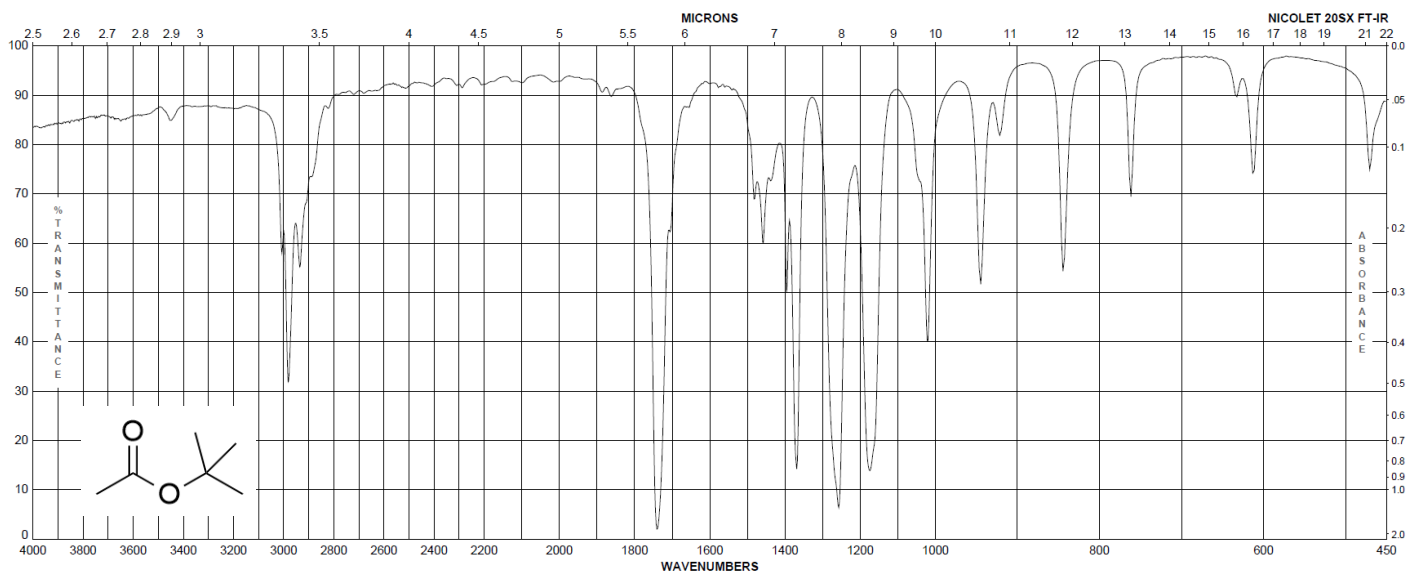
$\nu(\text{C}=\text{O})$ (bardzo podobne liczby falowe jak dla aldehydów, ale nie ma widełek aldehydowych)

- estry nasycone ($\text{RCH}_2\text{-COOR}$) $1750\text{-}1735\text{ cm}^{-1}$,
- estry α,β -nienasycone oraz aromatyczne $1730\text{-}1715\text{ cm}^{-1}$,
- estry fenoli $1800\text{-}1770\text{ cm}^{-1}$.

$\nu(\text{C-O})$ $1300\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$, wyróżniamy antysymetryczne i symetryczne:

- te pierwsze są silniejsze i dla estrów nasyconych z wyjątkiem octanów występuje w zakresie $1210\text{-}1163\text{ cm}^{-1}$ (dla octanów ok. 1240 cm^{-1})
- estry kwasów α,β -nienasyconych pasmo multipletowe $1300\text{-}1160\text{ cm}^{-1}$,
- estry kwasów aromatycznych $1310\text{-}1250\text{ cm}^{-1}$.





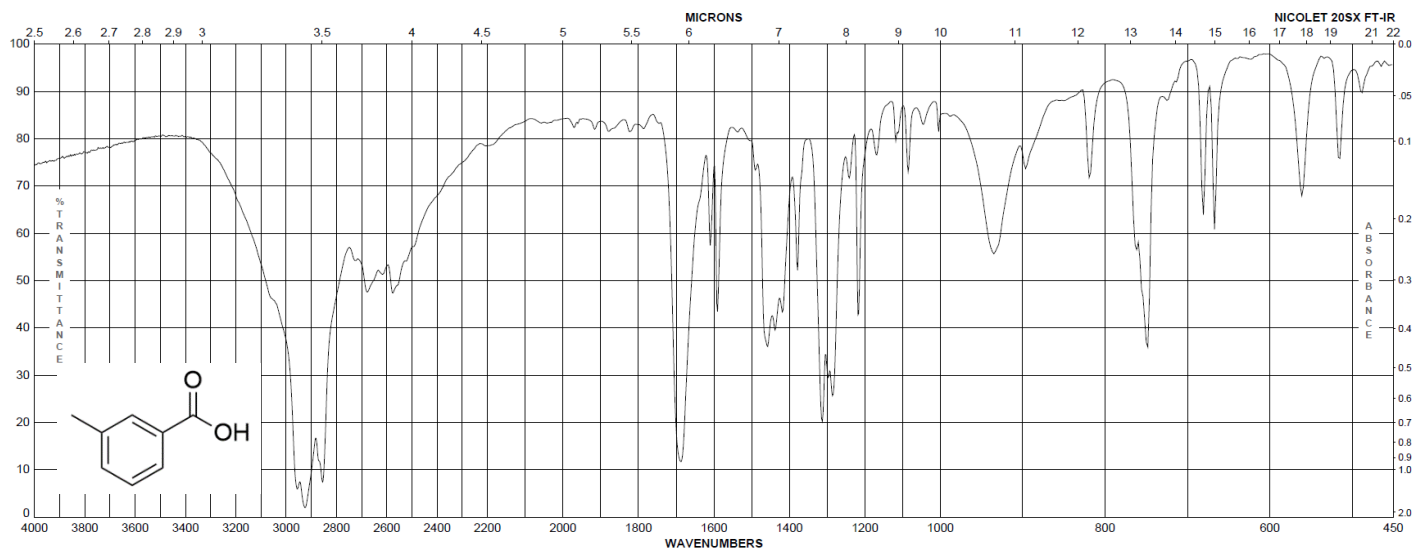
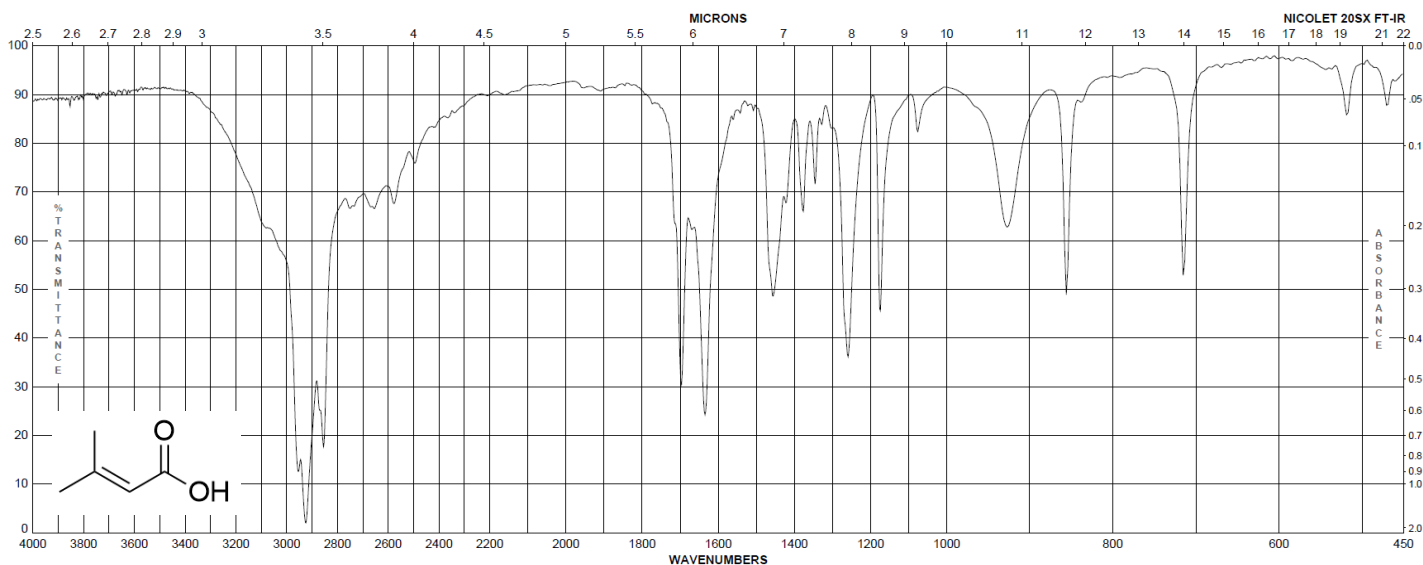
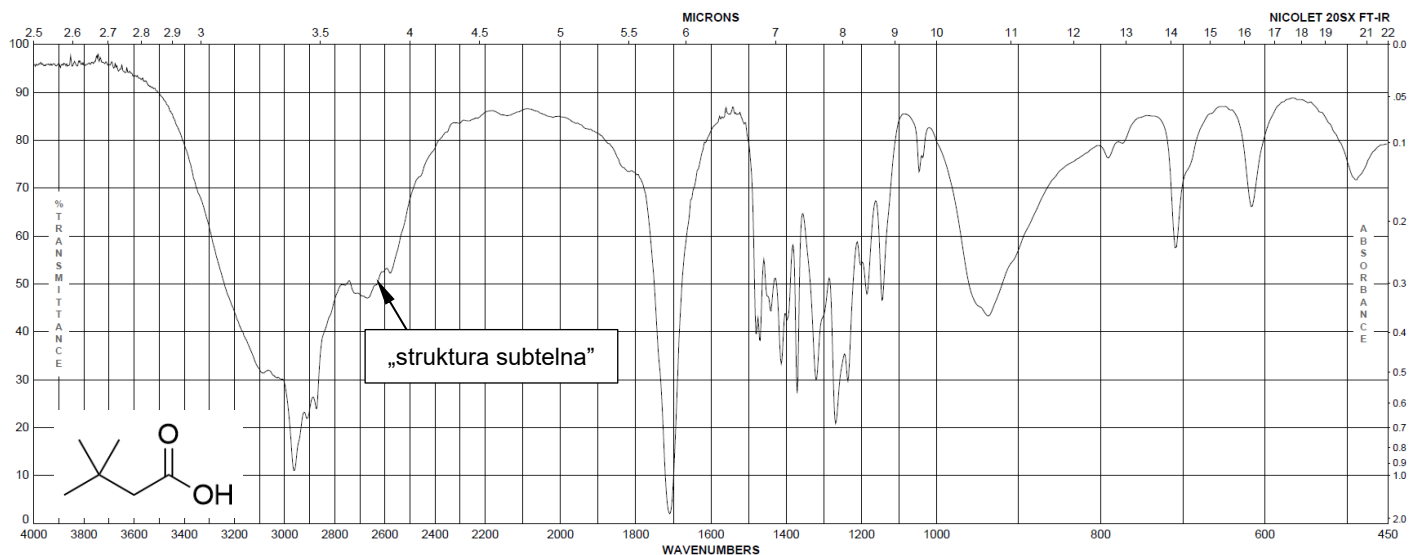
KWASY KARBOKSYLOWE

$\nu(\text{O-H})$ dla dimerów kwasów karboksylowych bardzo szerokie pasmo 3300-2500 cm^{-1} (środek zwykle wypada przy ok. 3000 cm^{-1}); w długofalowej części tego szerokiego pasma „struktura subtelna” (tony kombinacyjne, wyższe harmoniczne pasm podstawowych)

$\gamma(\text{O-H})$ (drżenia deformacyjne poza płaszczyzną dla dimerów kwasów karboksylowych) silne pasmo szerokie pasmo przy ok. 920 cm^{-1}

$\nu(\text{C=O})$ dla dimerów 1720-1680 cm^{-1} , dla monomerów 1760-1720 cm^{-1}

$\nu(\text{C-O})$ 1320-1210 cm^{-1} drżenia deformacyjne ugrupowania C-O-H 1440-1395 cm^{-1}



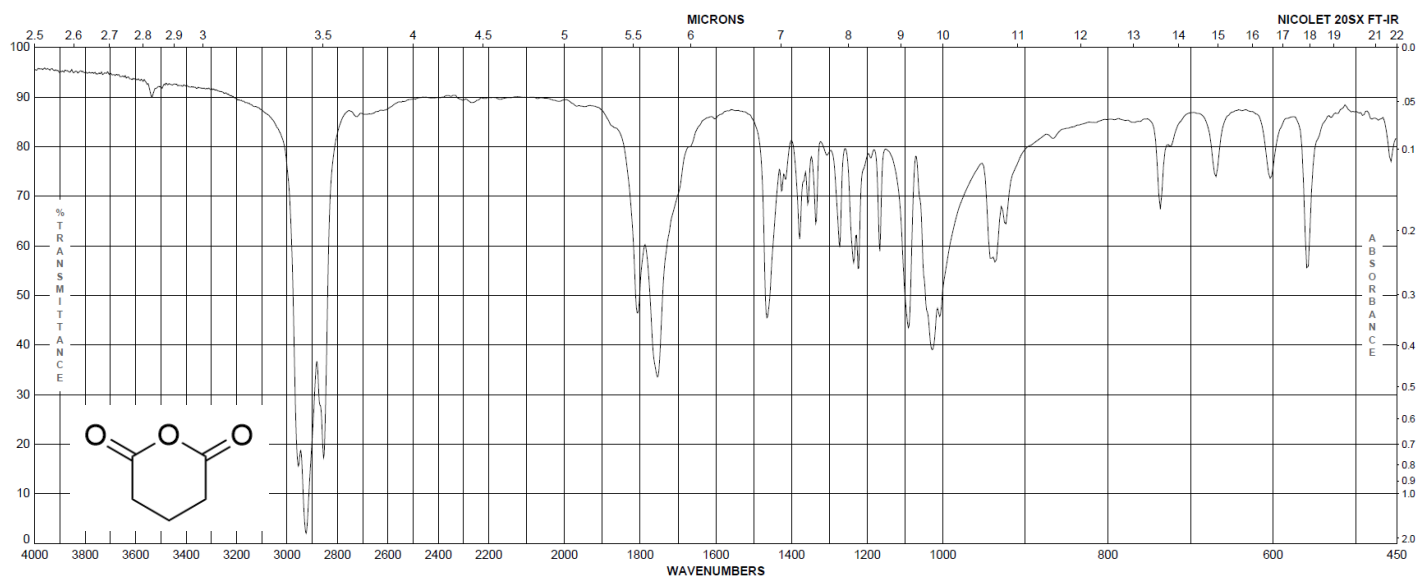
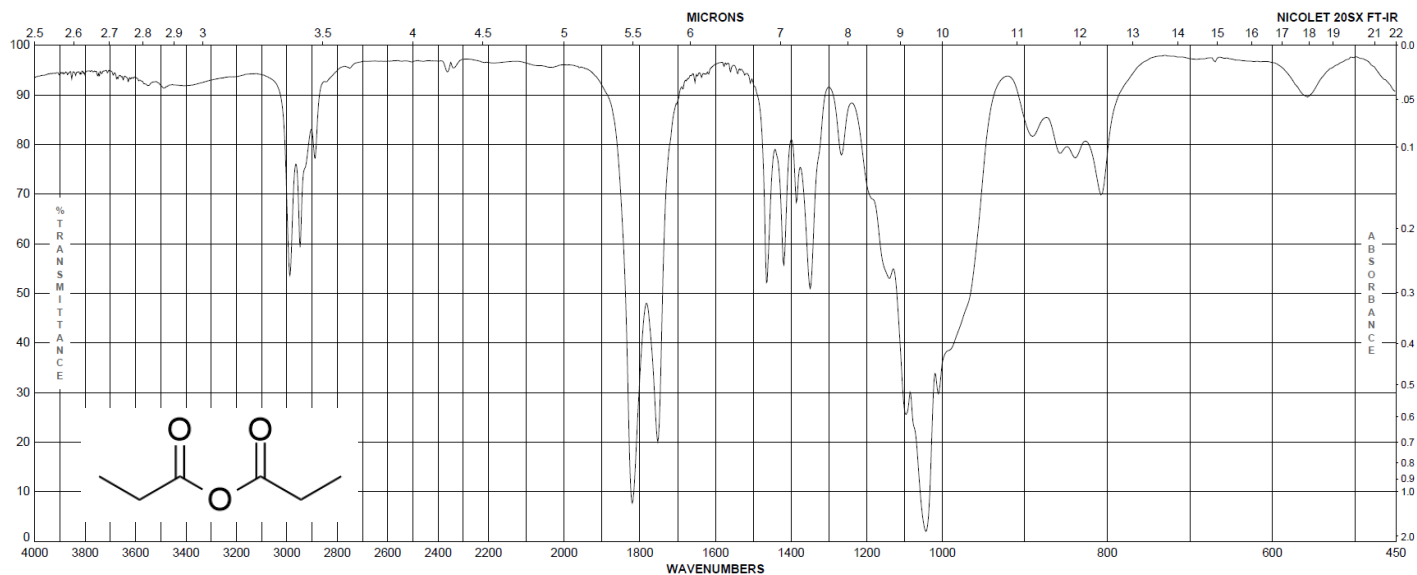
BEZWODNIKI KWASOWE

$\nu(\text{C}=\text{O})$ dwa pasma w zakresie 1870-1725 cm^{-1}

niecykliczne, nasycone 1840-1800 cm^{-1} oraz 1780-1740 cm^{-1}

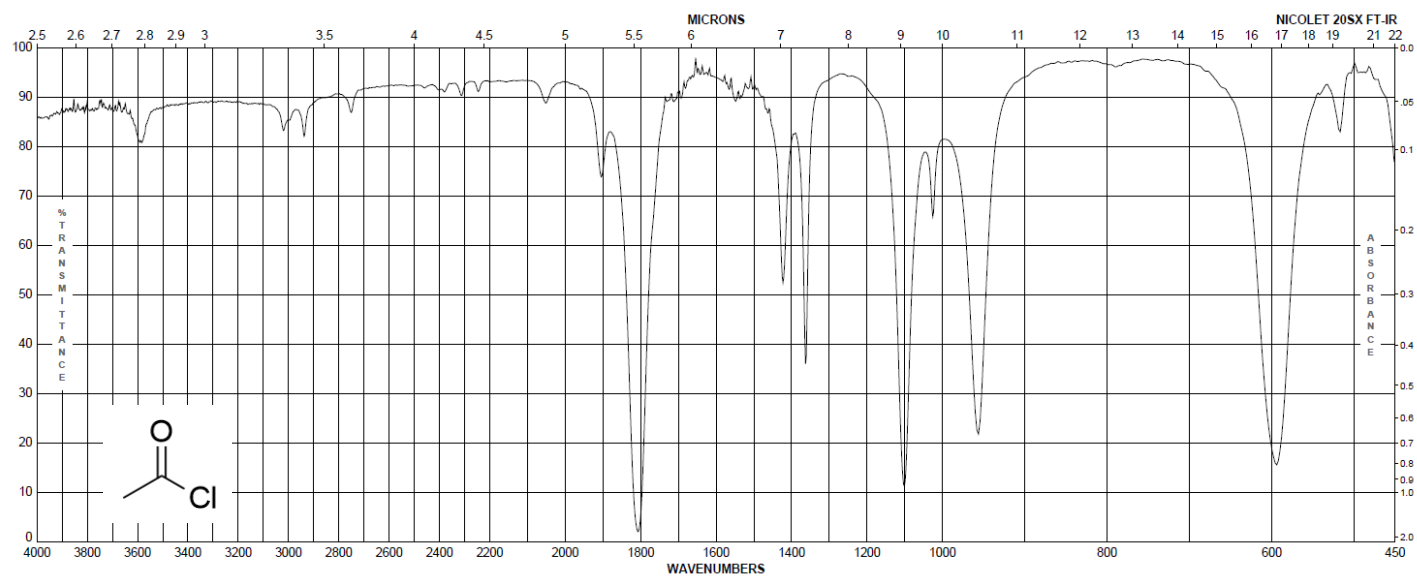
niecykliczne, sprzężone 1820-1780 cm^{-1} oraz 1760-1720 cm^{-1}

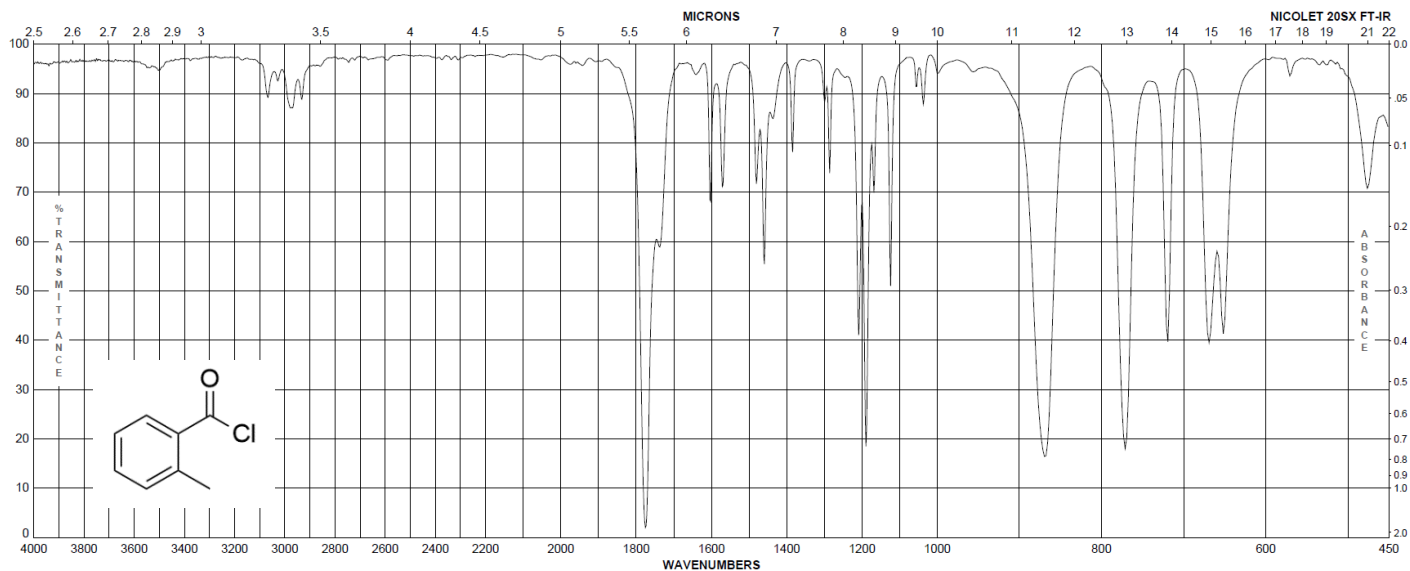
cykliczne bezwodniki z 5-członowym pierścieniem 1870-1830 cm^{-1} oraz 1800-1760 cm^{-1}



CHLORKI KWASOWE

$\nu(\text{C}=\text{O})$ silne pasmo w rejonie 1900-1725 cm^{-1}





AMIDY

$\nu(\text{C}=\text{O})$ tzw. I pasmo amidowe – 1700-1630 cm^{-1}

amidy I-rzędowe: w fazie stałej: 1650 cm^{-1} ; w rozcieńczonym roztworze: 1690 cm^{-1}

amidy II-rzędowe: w fazie stałej: 1640 cm^{-1} ; w rozcieńczonym roztworze: 1700-1665 cm^{-1}

amidy III-rzędowe: 1680-1630 cm^{-1}

$\nu(\text{N-H})$ 3520-3060 cm^{-1}

amidy I-rzędowe – 2 pasma: w fazie stałej: 3350 cm^{-1} i 3180 cm^{-1} ; w rozcieńczonym roztworze: 3520 cm^{-1} i 3400 cm^{-1}

amidy II-rzędowe – 1 pasmo: w fazie stałej: 3300 - 3060 cm^{-1} ; w rozcieńczonym roztworze: 3500-3400 cm^{-1}

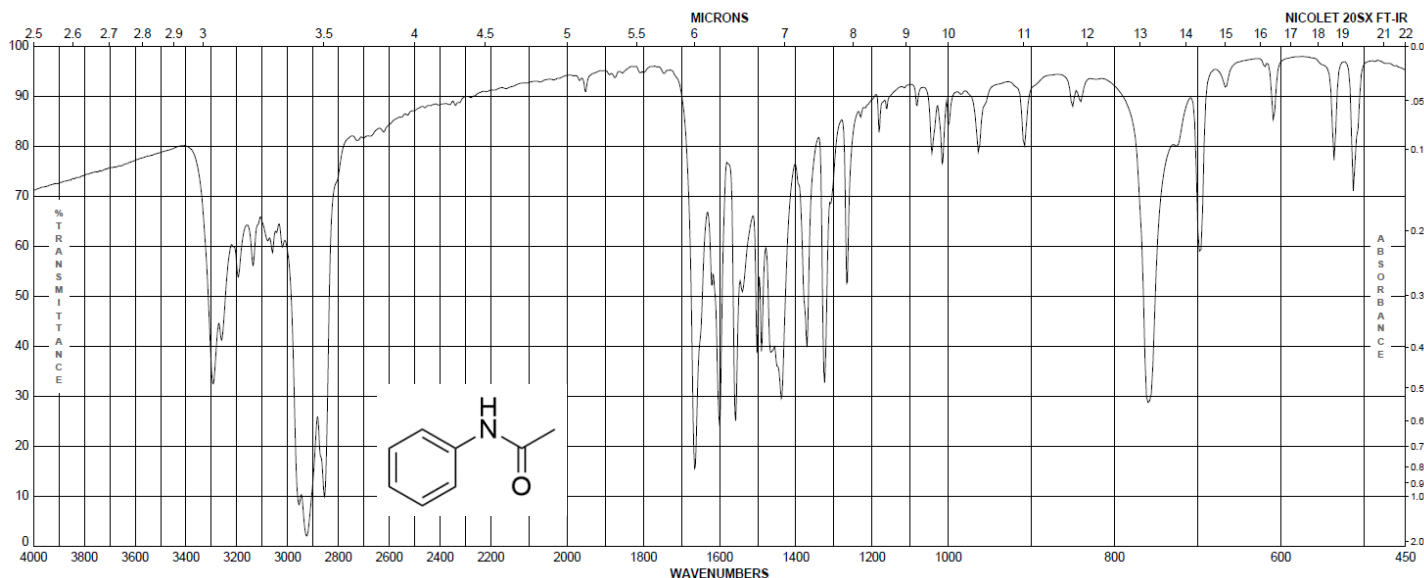
amidy III-rzędowe – nie dają pasma w tym zakresie

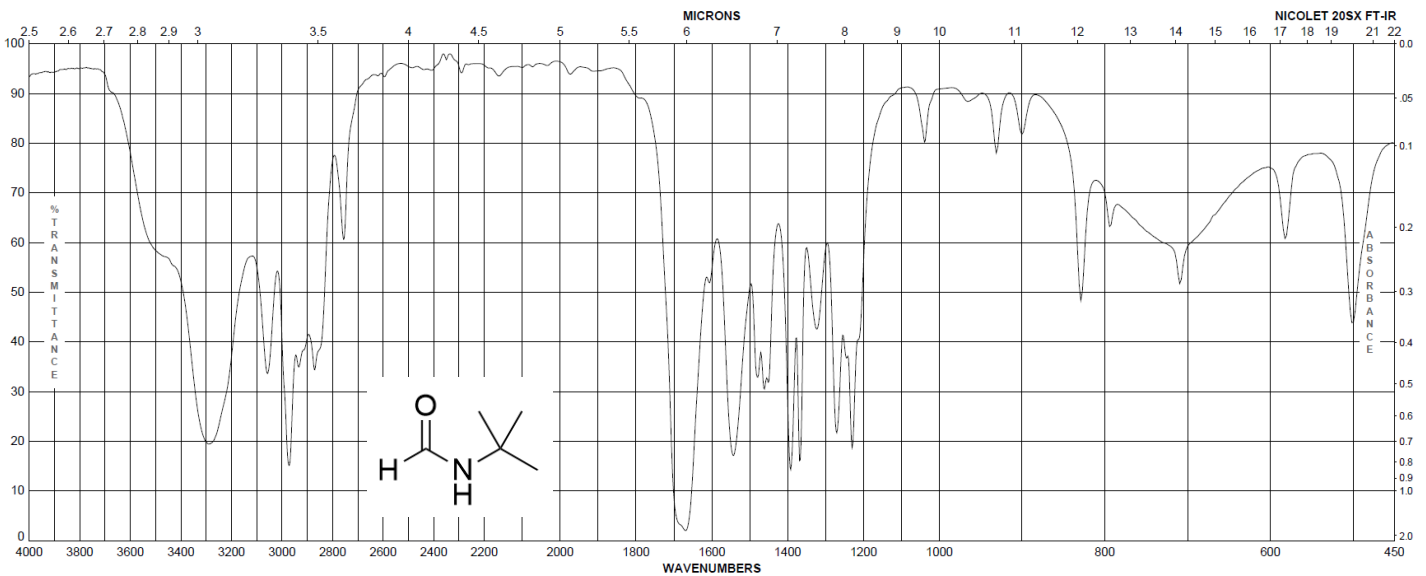
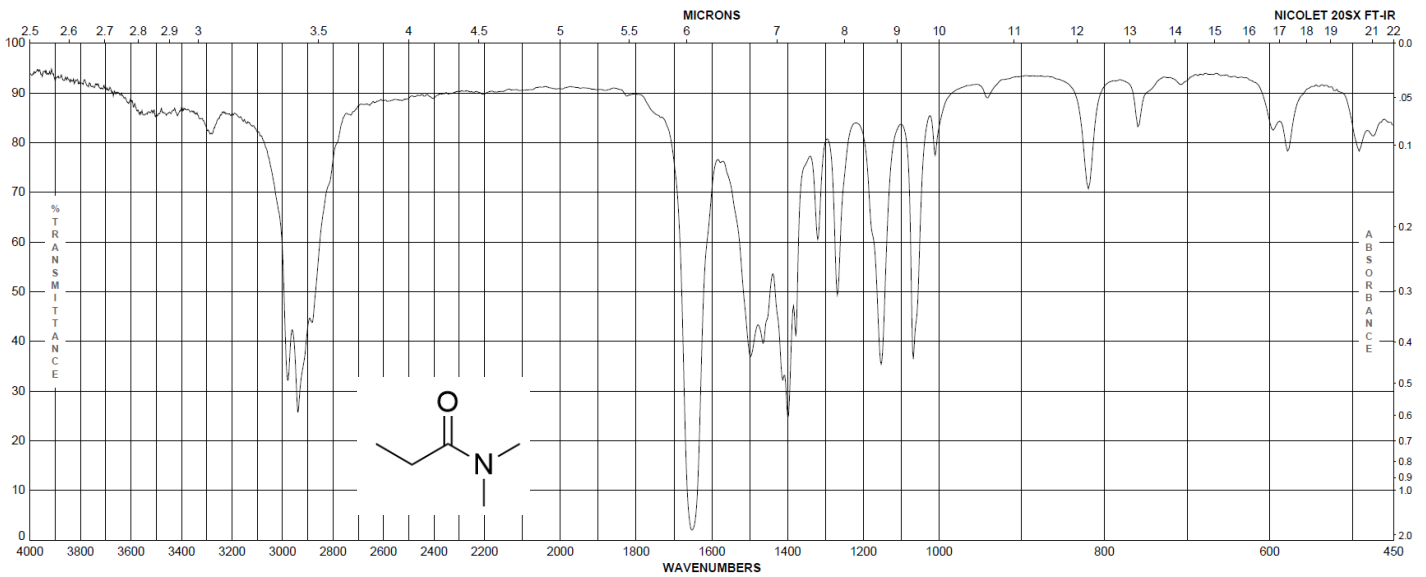
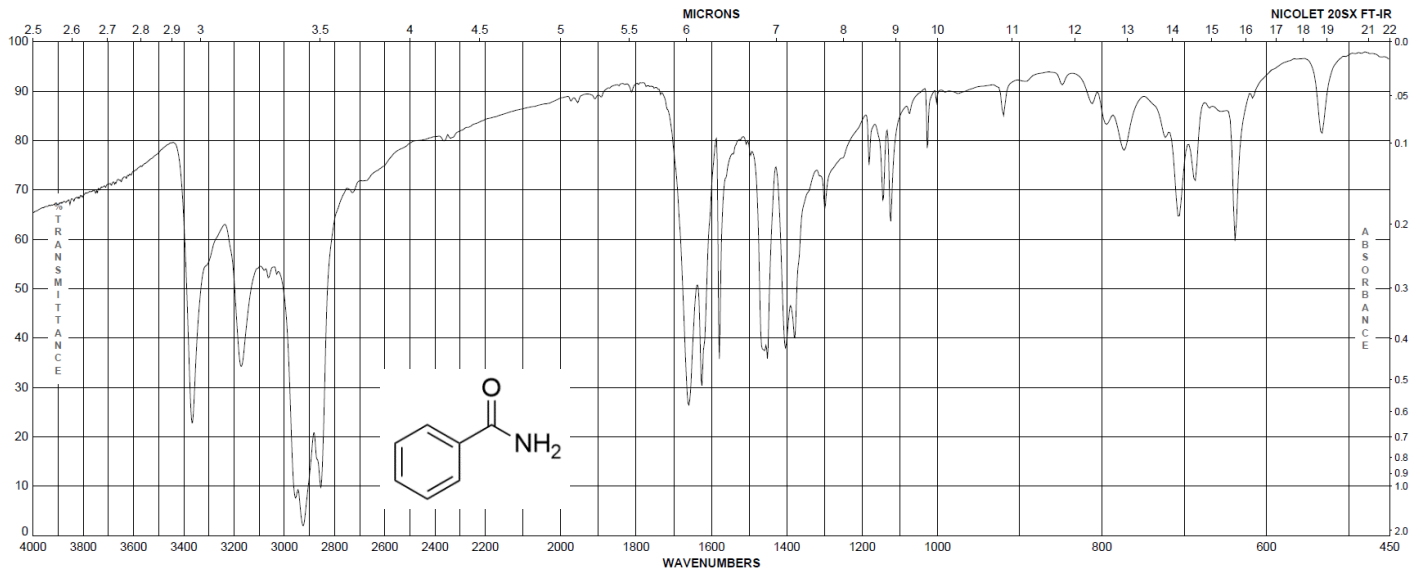
$\delta(\text{N-H})$ tzw. II pasmo amidowe

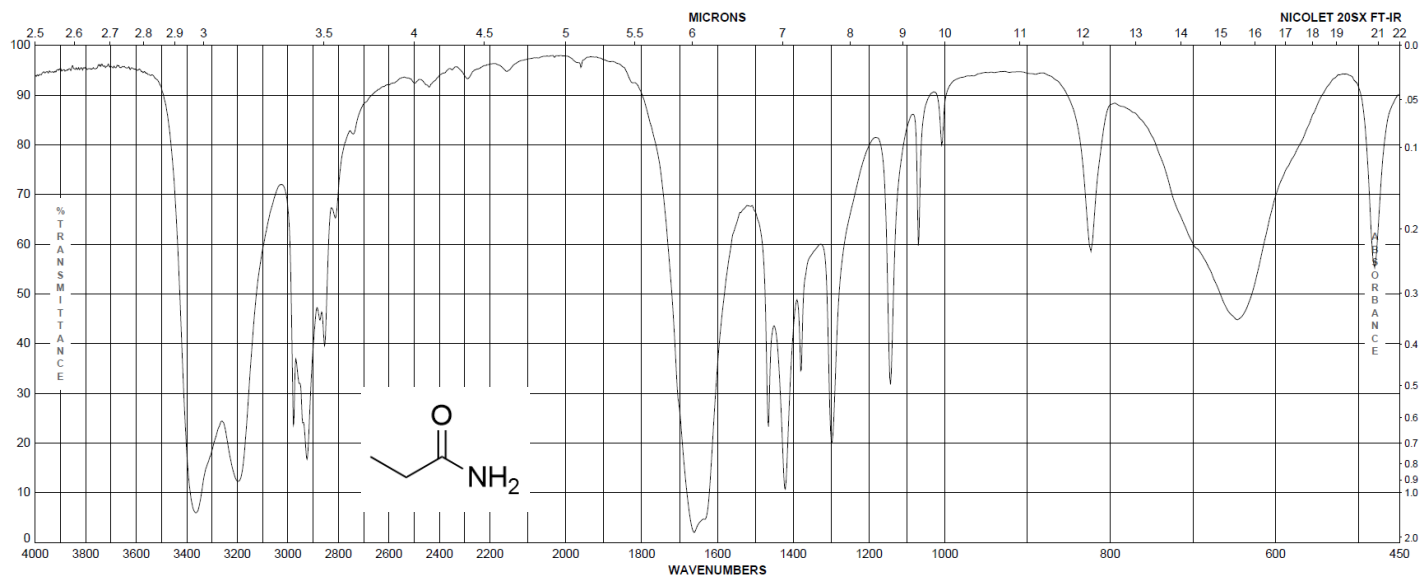
amidy pierwszorzędowe dają ostre pasmo w rejonie 1620-1590 cm^{-1}

amidy drugorzędowe dają pasmo w zakresie 1570-1510 cm^{-1}

δrgania wachlarzowe N-H: amidy I- i II-rzędowe dają szerokie średnie pasmo w zakresie 800-666 cm^{-1}







AMINY

$\nu(\text{N-H})$ 3500-3200 cm^{-1}

aminy I-rzędowe 2 pasma 3500-3400 cm^{-1}

aminy II-rzędowe słabe pasmo przy 3350-3310 cm^{-1}

w widmach ciekłych amin I- i II-rzędowych przeważnie powstaje garb na długofalowej części pasmo N-H („wyższa harmoniczna”)

$\delta(\text{N-H})$

aminy I-rzędowe 1650-1580 cm^{-1}

aromatyczne aminy II-rzędowe ok. 1515 cm^{-1}

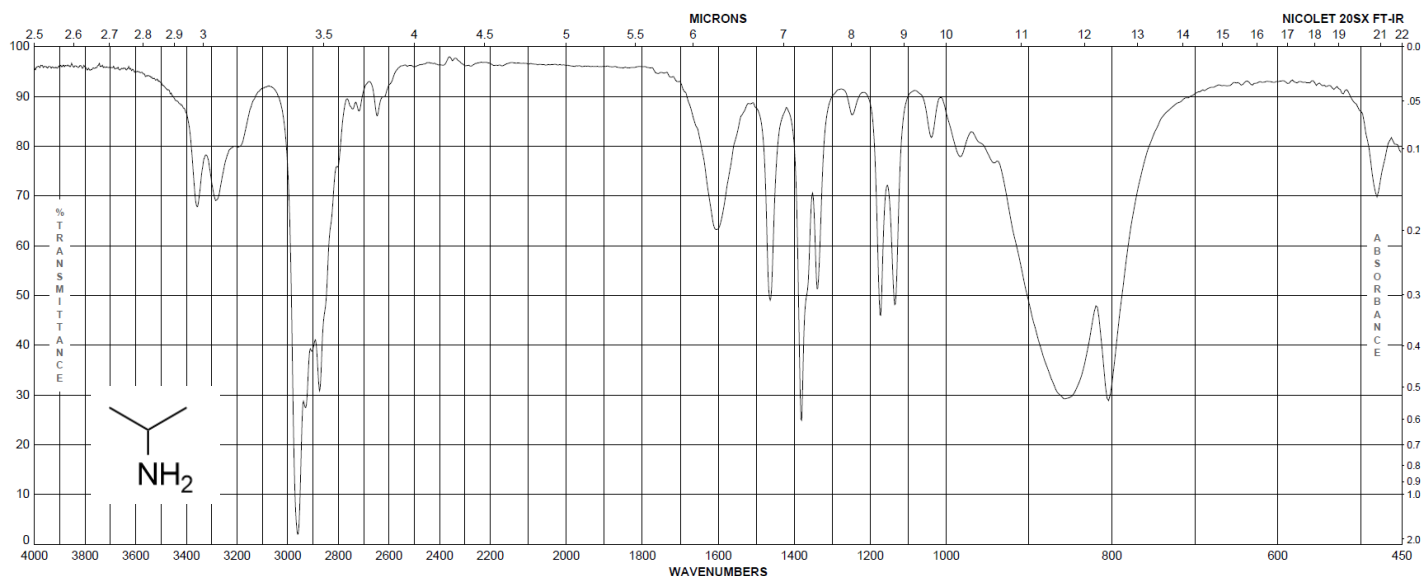
$\nu(\text{C-N})$

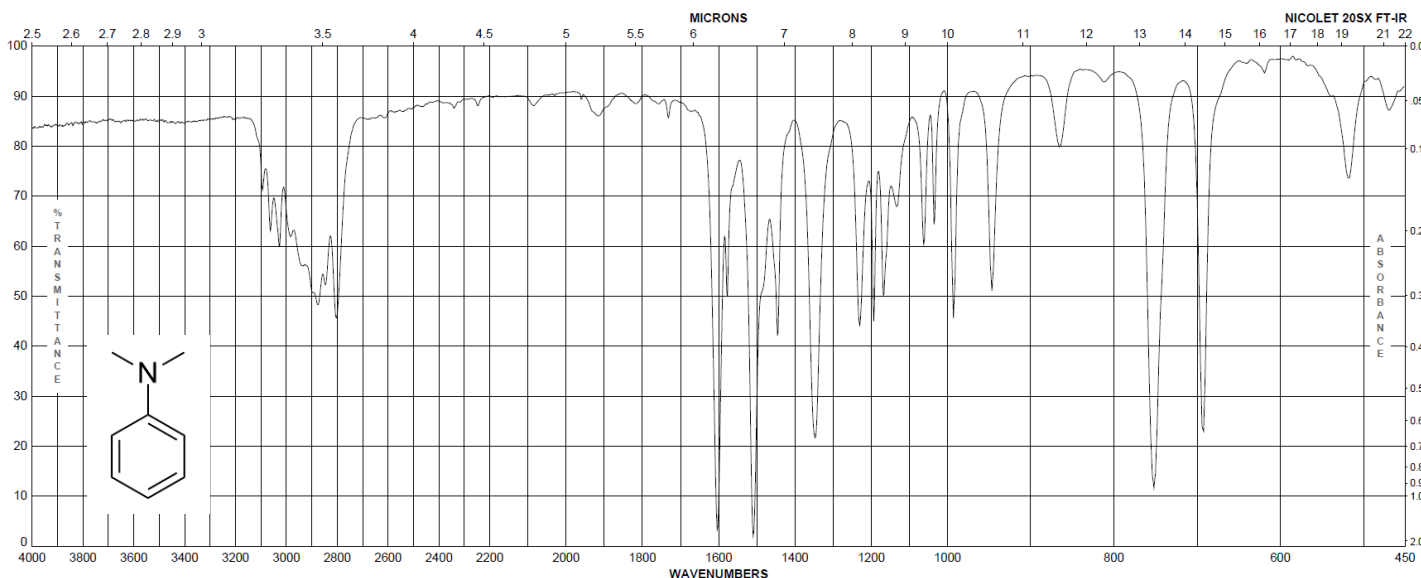
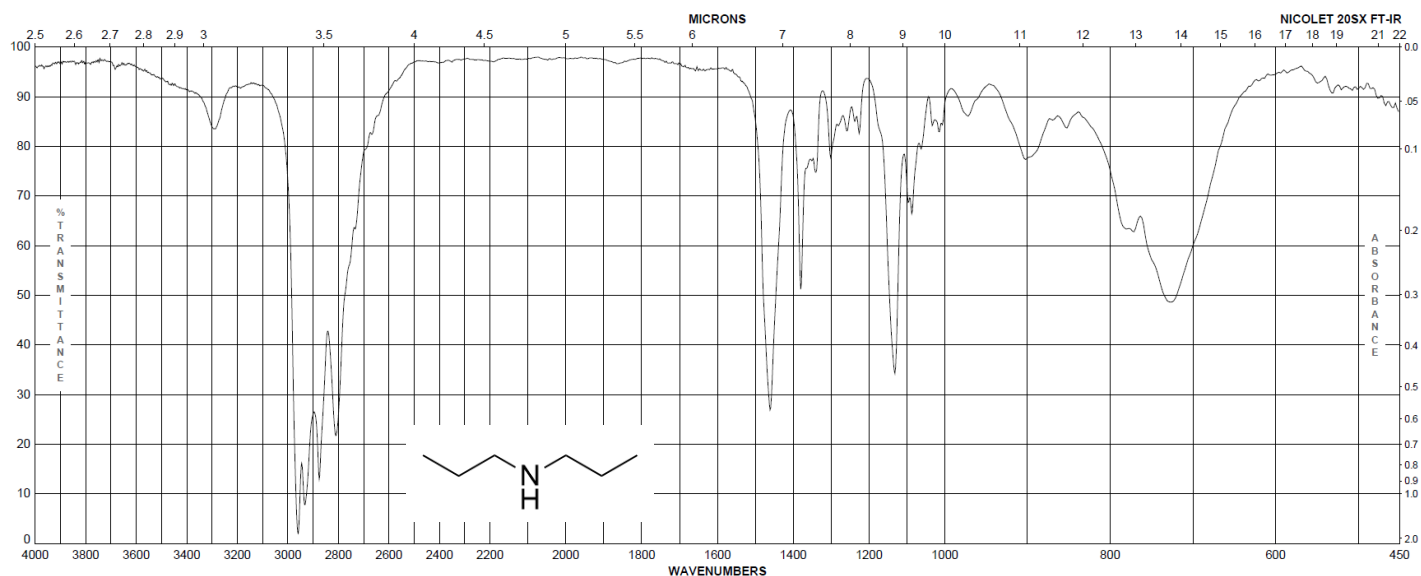
dla amin alifatycznych 1250-1020 cm^{-1}

dla amin aromatycznych 1342-1266 cm^{-1}

dokładne położenie pasm zależy od rzędowości aminy, rodzaju podstawników na at. N (patrz tablice)

drgania wachlarzowe N-H dające szerokie pasmo 909-666 cm^{-1} (tylko ciekłe aminy I- i II-rzędowe)



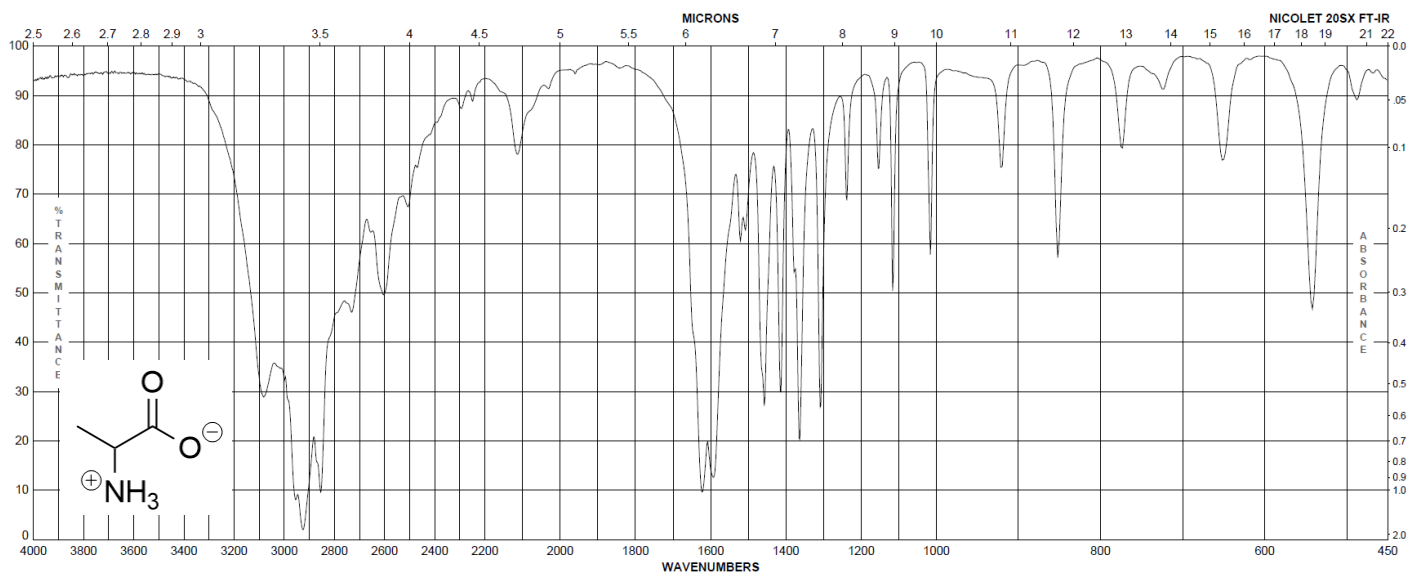


AMINOKWASY

szersokie silne pasmo walencyjne NH_3^+ $3100\text{-}2600\text{ cm}^{-1}$, liczne pasma kombinacyjne poszerzają absorpcję do ok. 2000 cm^{-1} , wybitne pasmo ok. $2222\text{-}2000\text{ cm}^{-1}$

jon COO^- pochłania silnie w pobliżu $1600\text{-}1590\text{ cm}^{-1}$

drgania deformacyjne NH_3^+ : słabe pasmo $1660\text{-}1610\text{ cm}^{-1}$, silne pasmo $1550\text{-}1485\text{ cm}^{-1}$

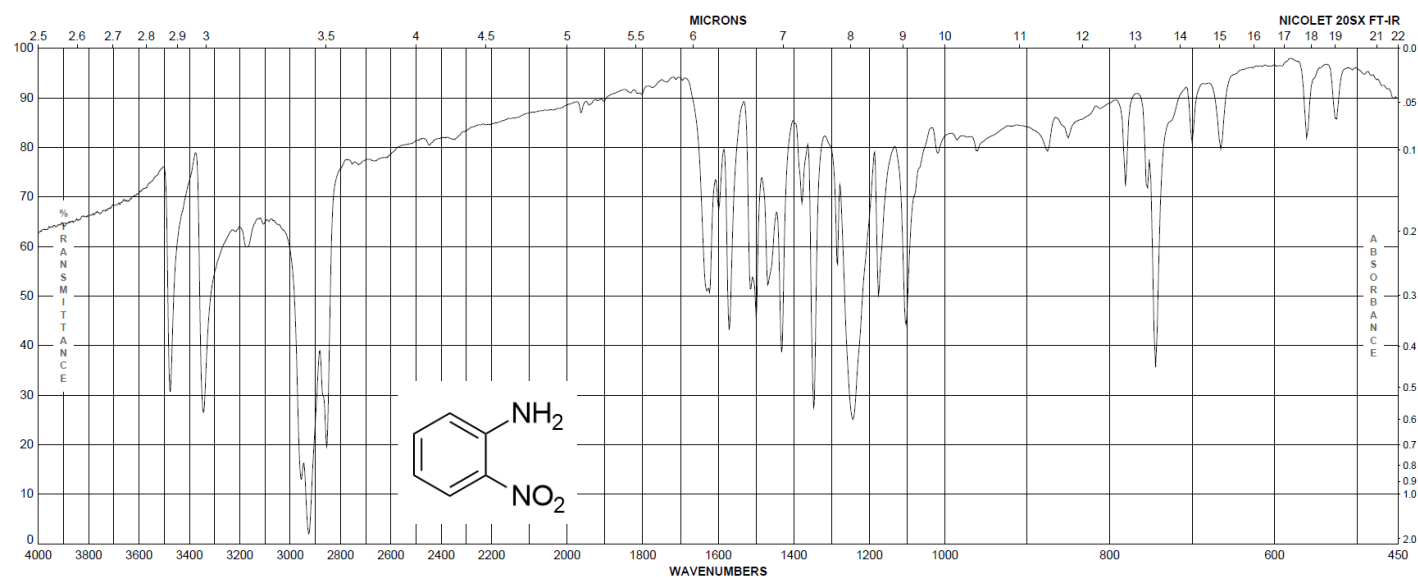
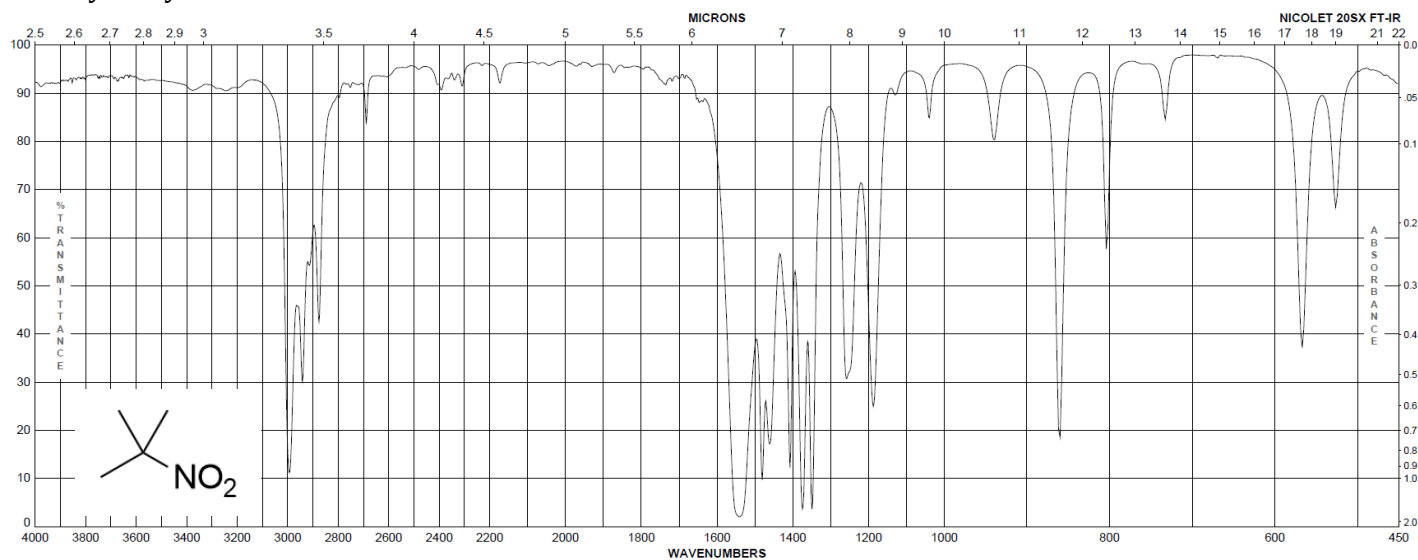


NITROZWIĄZKI

$\nu(\text{N-O})$ silna absorpcja (zaokrąglony pik) sym. i asym. drgania walencyjne grupy NO_2 – około 1550 cm^{-1}

asymetryczne: $1661\text{-}1499 \text{ cm}^{-1}$

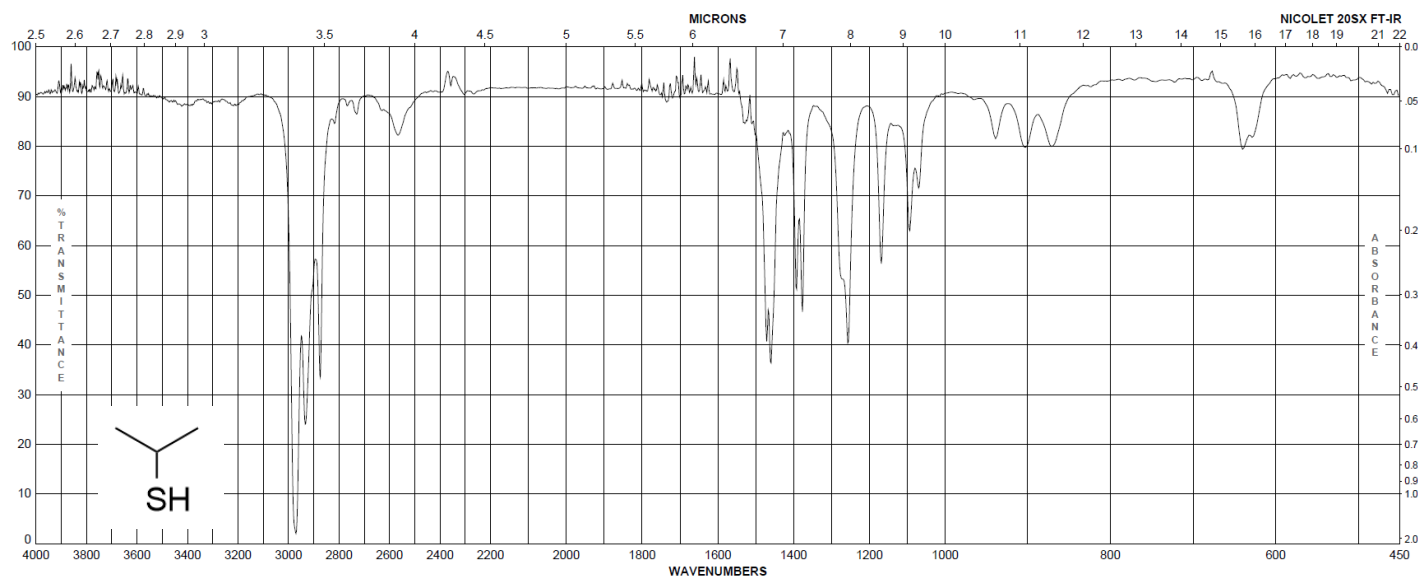
symetryczne: $1389\text{-}1259 \text{ cm}^{-1}$



TIOLE

$\nu(\text{S-H})$ słaba lub średnia absorpcja przy $2565\text{-}2550 \text{ cm}^{-1}$

$\nu(\text{C-S})$ $700\text{-}600 \text{ cm}^{-1}$



SULFONY, SULFIDY I INNE

ν_{as} i $\nu_{\text{sym}} (\text{SO}_2)$ 1355 i 1180 cm^{-1}

$\nu_{\text{sym}} (\text{O-S-O})$ 770-1000 cm^{-1}

$\nu(\text{C=S})$ 1525 cm^{-1}

$\nu(\text{S=O})$ 1440 cm^{-1}