



### Zbiór zadań z podstaw spektrometrii mas i spektroskopii IR

dr inż. Piotr Niemiec

Katedra Chemii

Wydział Nauk Chemicznych i Przyrodniczych

Akademia Tarnowska

mail: [p\\_niemiec@atar.edu.pl](mailto:p_niemiec@atar.edu.pl)

www: <https://piotrniemiec.atar.edu.pl>

## Spis treści

Wstęp .....	3
Część 1 - Spektrometria mas .....	4
Część 2 - Spektroskopia w podczerwieni .....	39
Literatura (ACS):.....	71

## Wstęp

Niniejszy zbiór zadań stanowi uzupełnienie skryptu teoretycznego z zakresu analizy związków organicznych metodami spektrometrii mas oraz spektroskopii w podczerwieni (IR). Jego celem jest umożliwienie praktycznego zastosowania omawianych wcześniej zasad poprzez samodzielną interpretację rzeczywistych widm oraz rozwijanie umiejętności wnioskowania strukturalnego.

Zadania zostały opracowane w taki sposób, aby stopniowo prowadzić od identyfikacji podstawowych sygnałów i pasm charakterystycznych do bardziej złożonej analizy fragmentacji jonów w spektrometrii mas oraz korelacji pasm drganiowych w widmach IR z budową cząsteczek. Szczególny nacisk położono na rozumienie zależności między strukturą związku a obserwowanym widmem, a także na świadome stosowanie reguł interpretacyjnych, takich jak reguły fragmentacji czy charakterystyczne zakresy częstości drgań grup funkcyjnych.

W wielu zadaniach wykorzystano rzeczywiste widma, do których dostęp możliwy jest za pomocą kodów QR prowadzących do baz danych. Pozwala to na pracę z dokładnymi wartościami  $m/z$  oraz liczb falowych, a także uczy korzystania z nowoczesnych narzędzi wspomagających analizę spektroskopową.

Zbiór przeznaczony jest przede wszystkim dla studentów kierunków chemicznych na wczesnym etapie kształcenia, jednak może stanowić również wartościowe narzędzie powtórzeniowe przed kolokwiami i egzaminami. Zaleca się rozwiązywanie zadań w sposób systematyczny, z pełnym uzasadnieniem przyjmowanych rozwiązań, co sprzyja utrwaleniu wiedzy i rozwijaniu kompetencji analitycznych.

Wszystkie widma mas i IR pochodzą ze strony <https://webbook.nist.gov/chemistry>.

## Cześć 1 - Spektrometria mas

Na podstawie otrzymanego widma masowego (EI) dokonaj jego szczegółowej i uzasadnionej interpretacji. Do widma dołączony jest kod QR, który odsyła do bazy widm i można z niego skorzystać w celu odczytania dokładnych wartości  $m/z$  oraz intensywności poszczególnych pików.

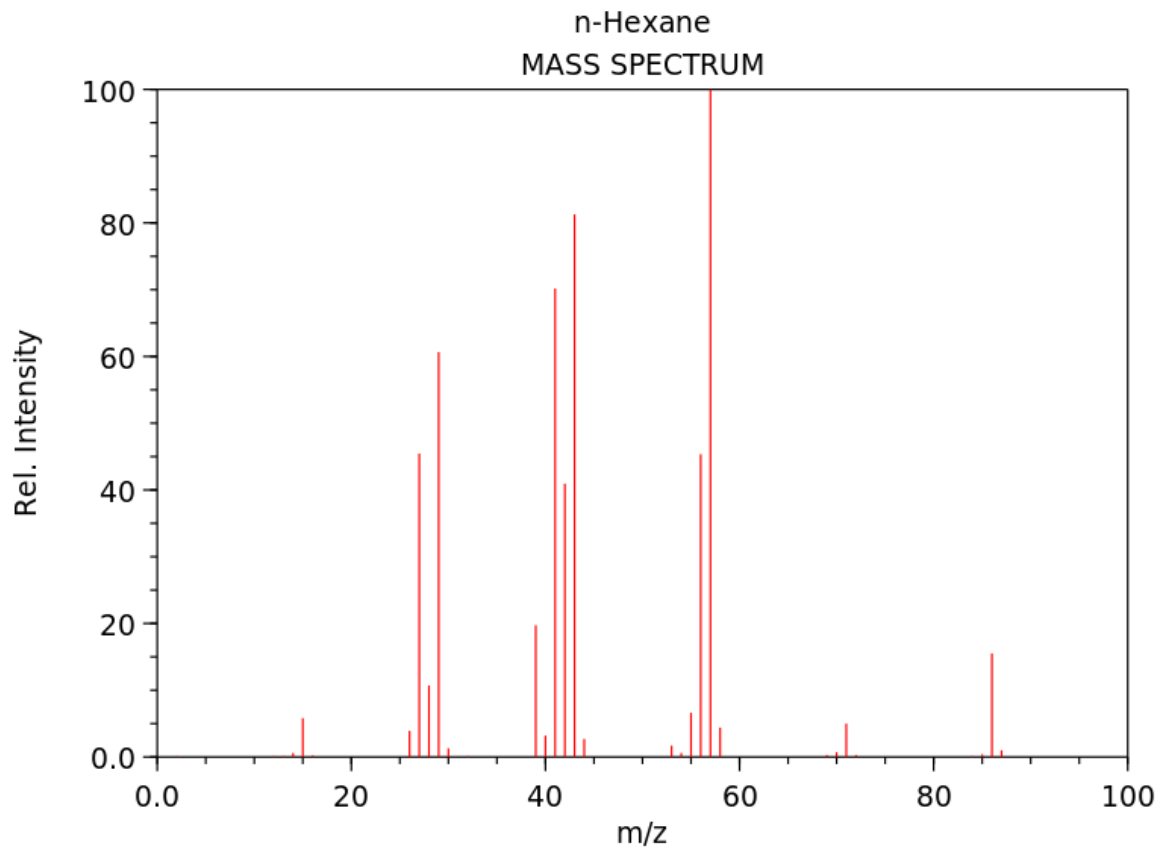
W szczególności:

1. Zidentyfikuj i uzasadnij obecność (lub brak) pików jonu molekularnego ( $M^+$ ), odnosząc się do jego intensywności, trwałości oraz budowy cząsteczki.
2. Wskaż najważniejsze pików fragmentacyjnych (z podaniem wartości  $m/z$ ) i przypisz im możliwe struktury jonów fragmentacyjnych.
3. Zaproponuj mechanizmy powstawania poszczególnych jonów fragmentacyjnych (z punktu 2), odwołując się do odpowiednich reguł fragmentacji (np. reguła stabilności karbokationów, rozszczepienie  $\alpha$ , przegrupowanie McLafferty'ego, efekty rezonansowe, itp.).
4. Uzasadnij względną intensywność wybranych pików na podstawie trwałości powstających jonów oraz konkurencji procesów fragmentacji.
5. W razie potrzeby wykorzystaj dane z bazy widm (QR) do potwierdzenia swoich wniosków lub eliminacji błędnych interpretacji.

Odpowiedź powinna mieć charakter spójnej analizy chemicznej, a nie jedynie zestawienia fragmentów. Każda interpretacja powinna być poparta odpowiednią regułą lub zasadą chemii organicznej/fizycznej i spektrometrii mas.

Nazwa związku: n-heksan	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:



NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

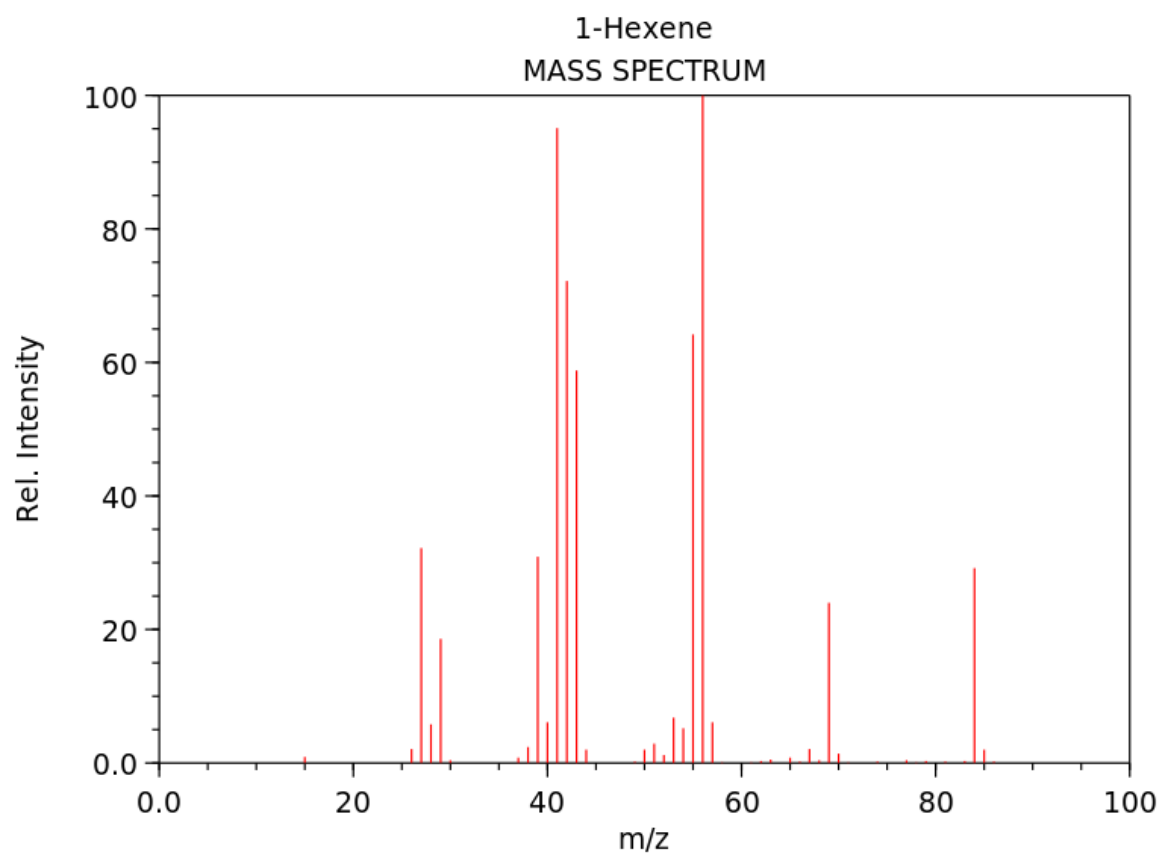
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: heks-1-en	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:



NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

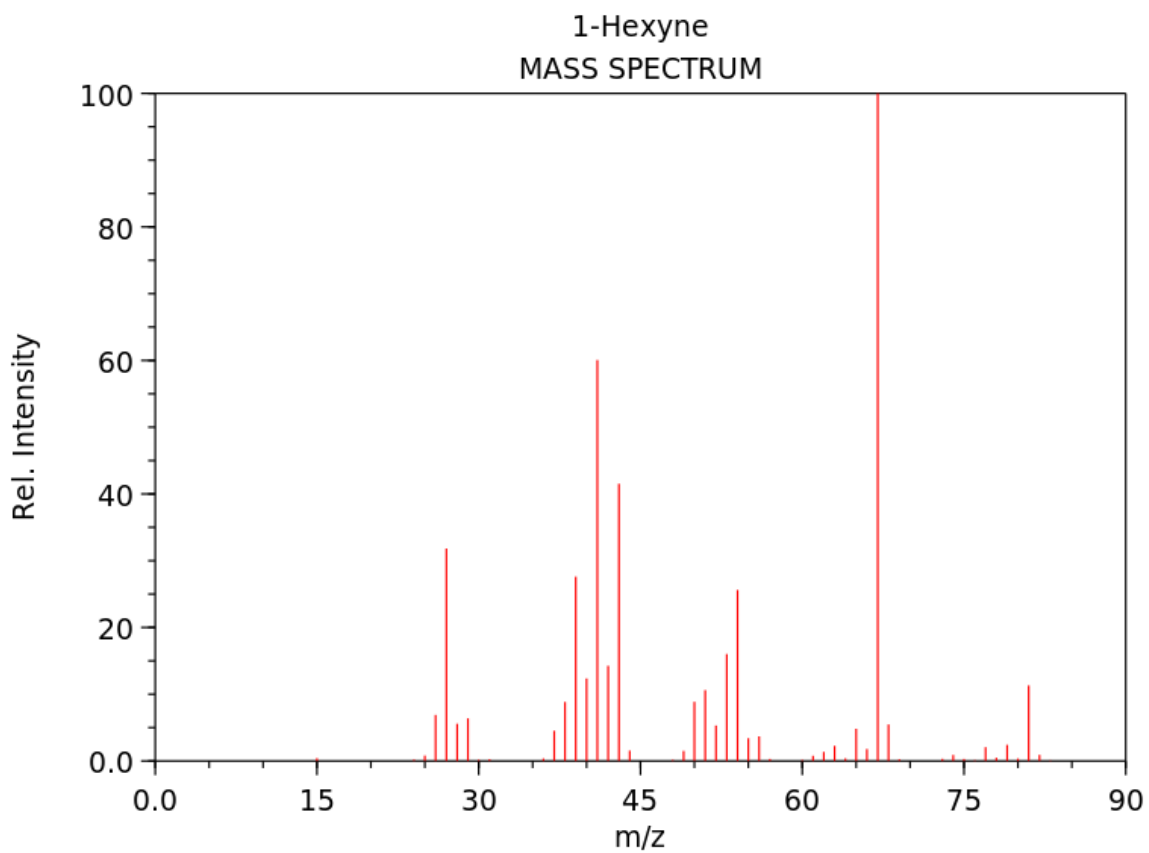
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: heks-1-yn	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:



NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

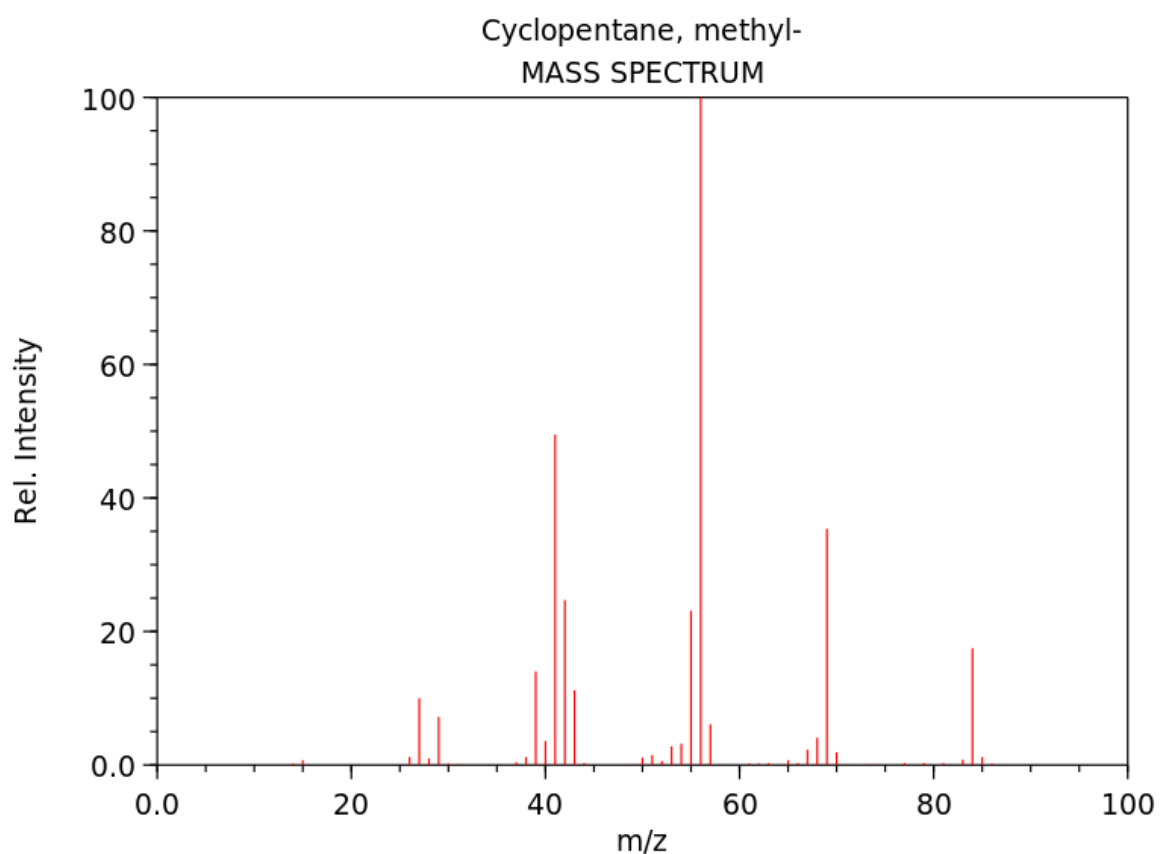
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: metylocyklopentan	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

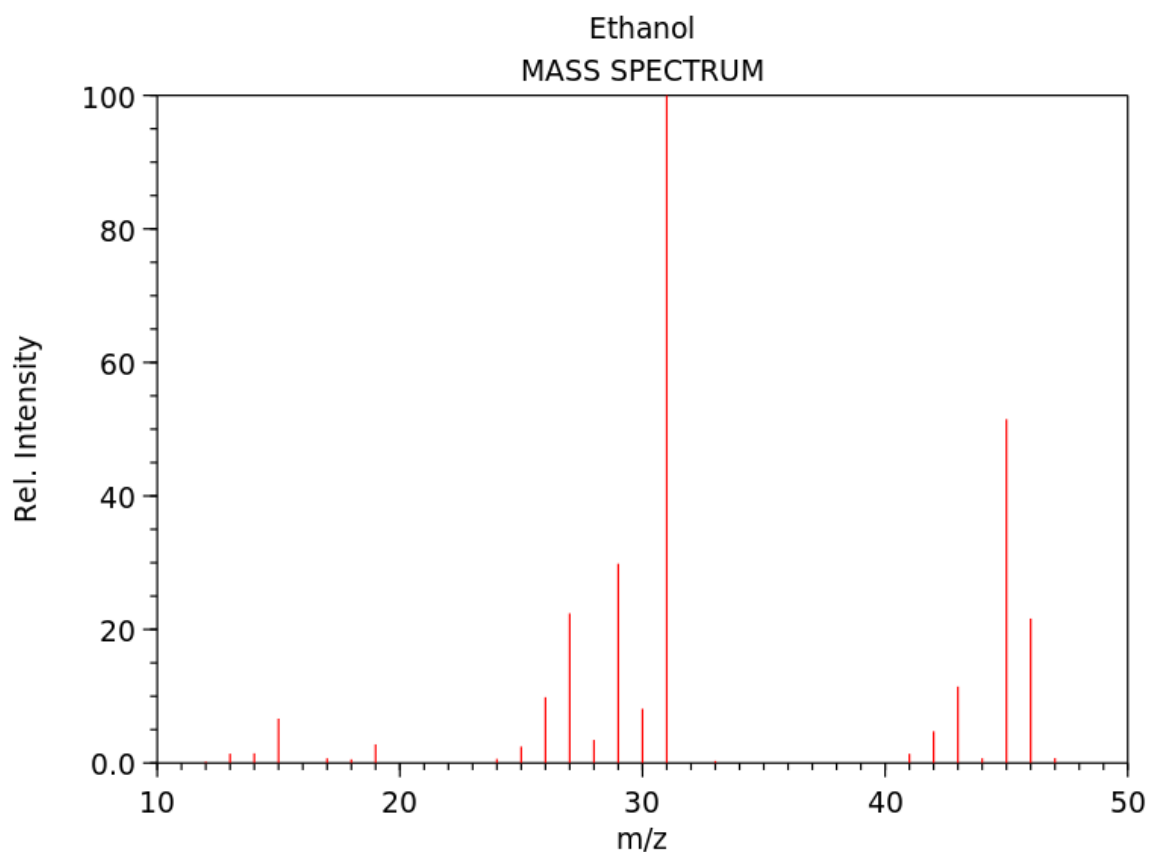
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: etanol	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

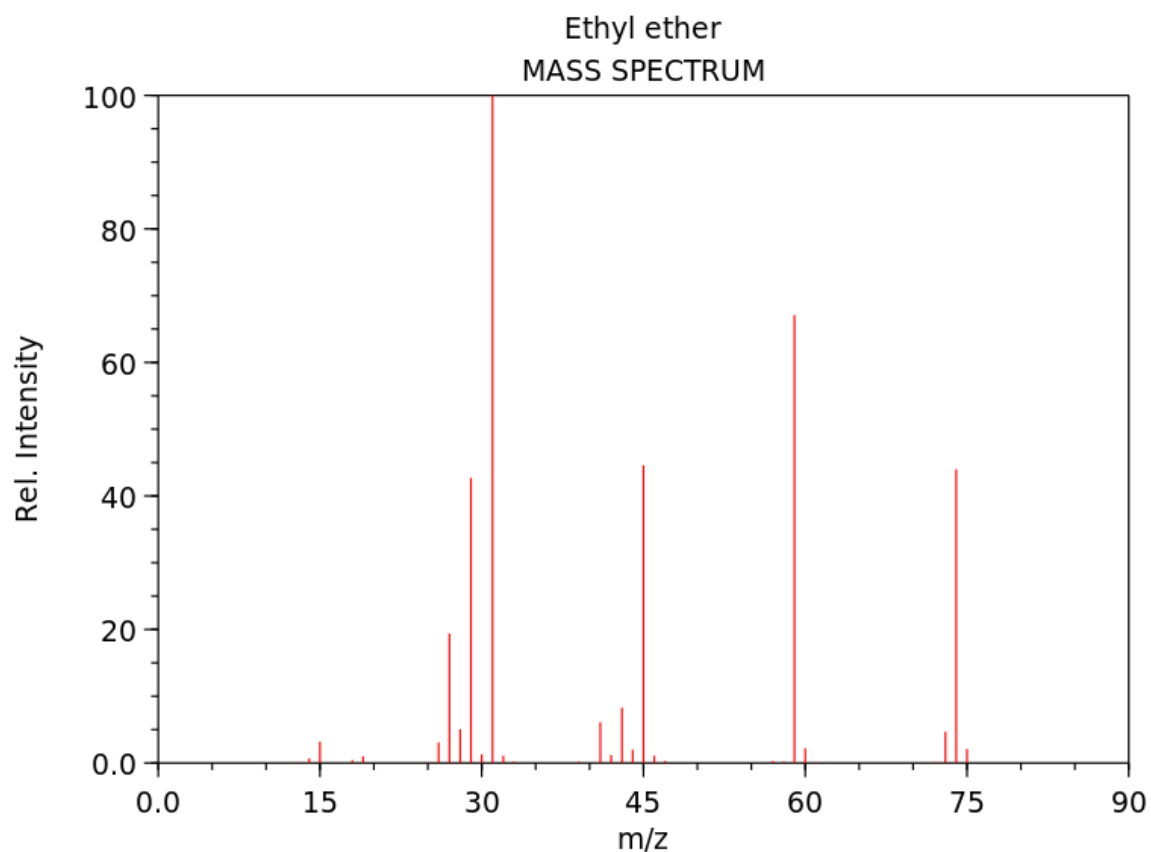
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: eter dietylowy	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

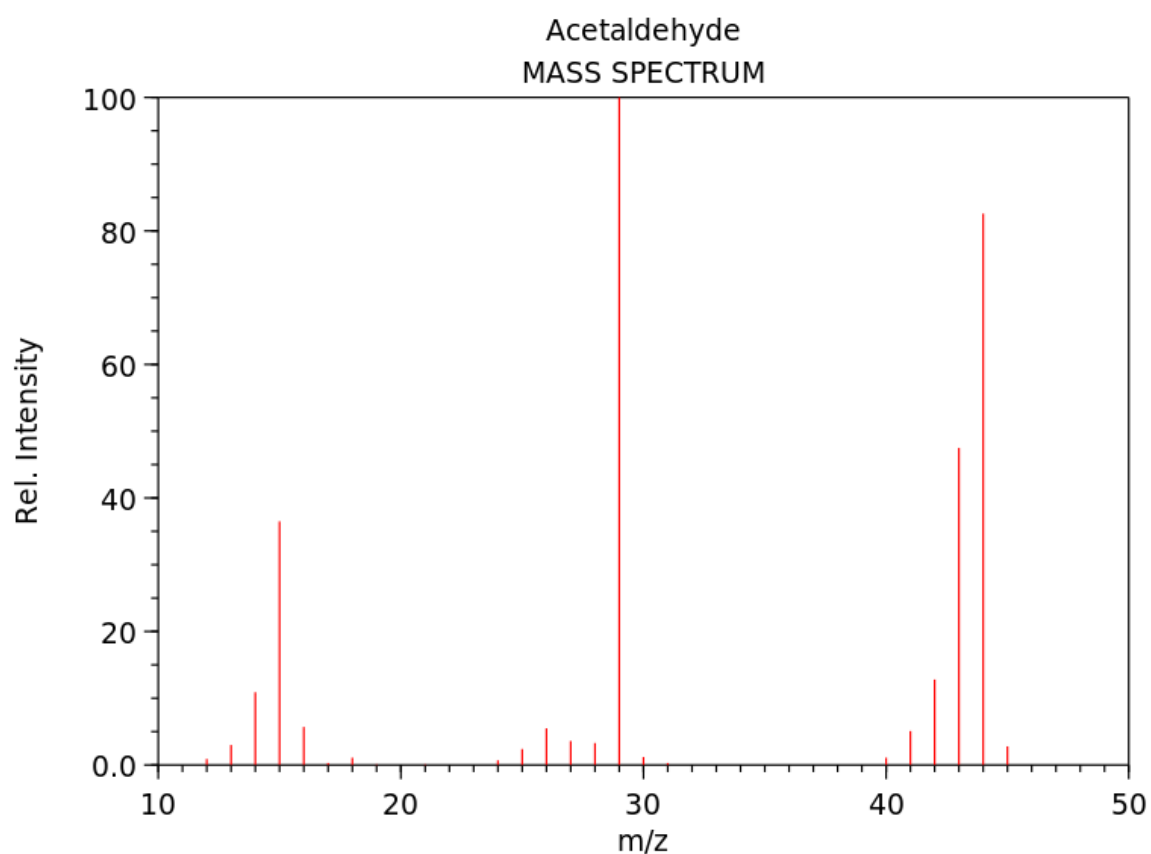
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: etanal	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

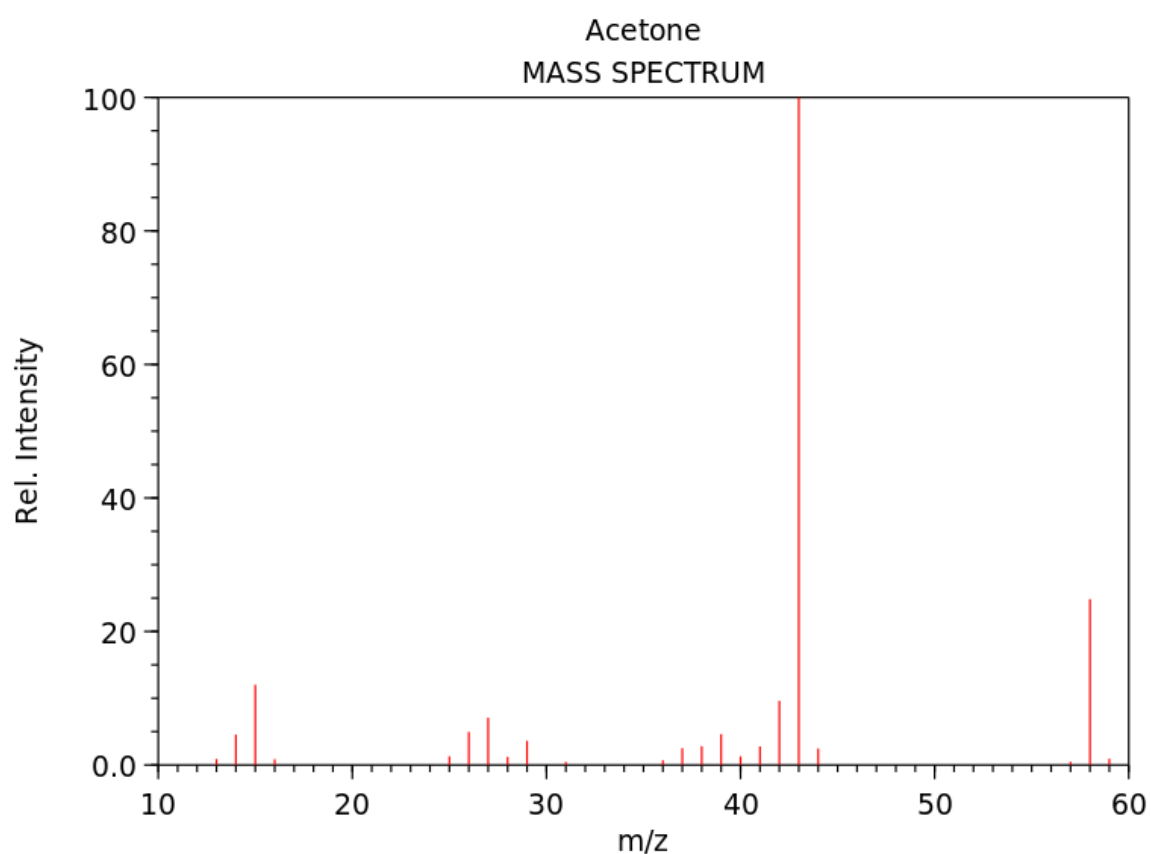
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: aceton	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

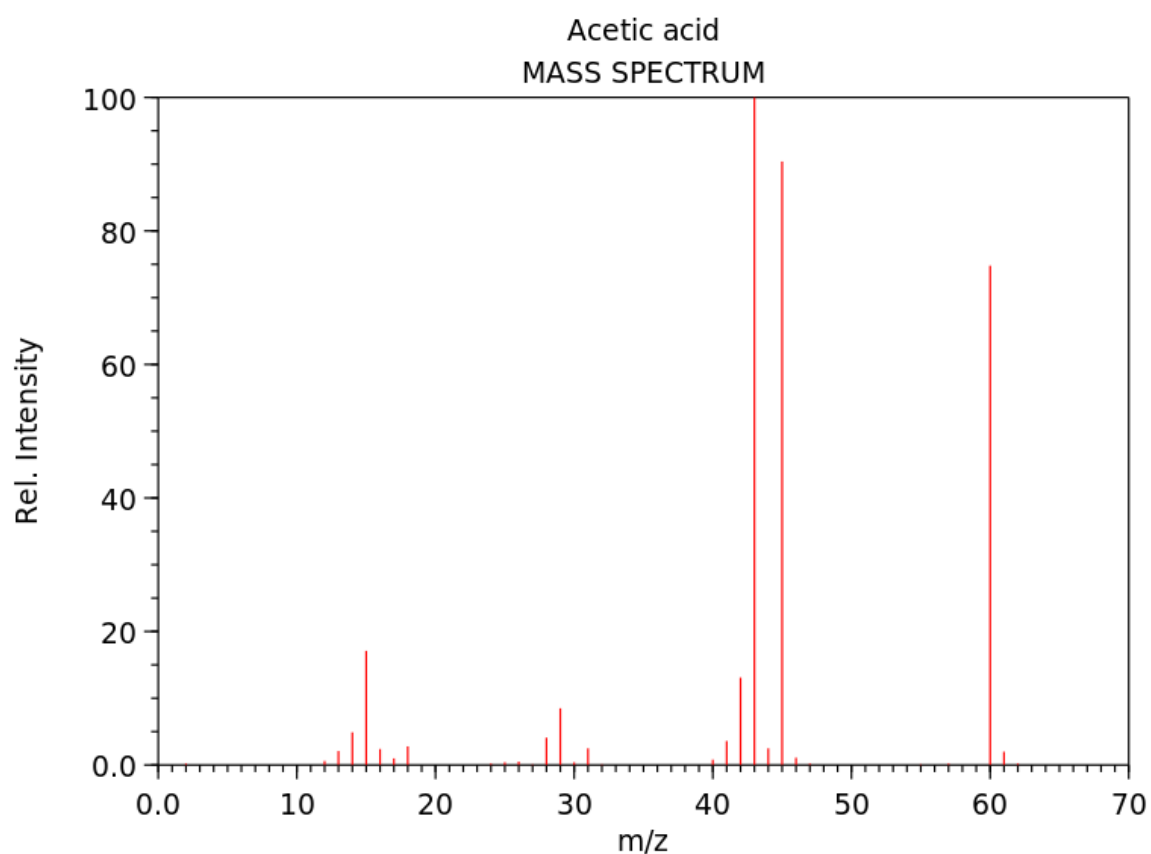
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: kwas octowy	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:



NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

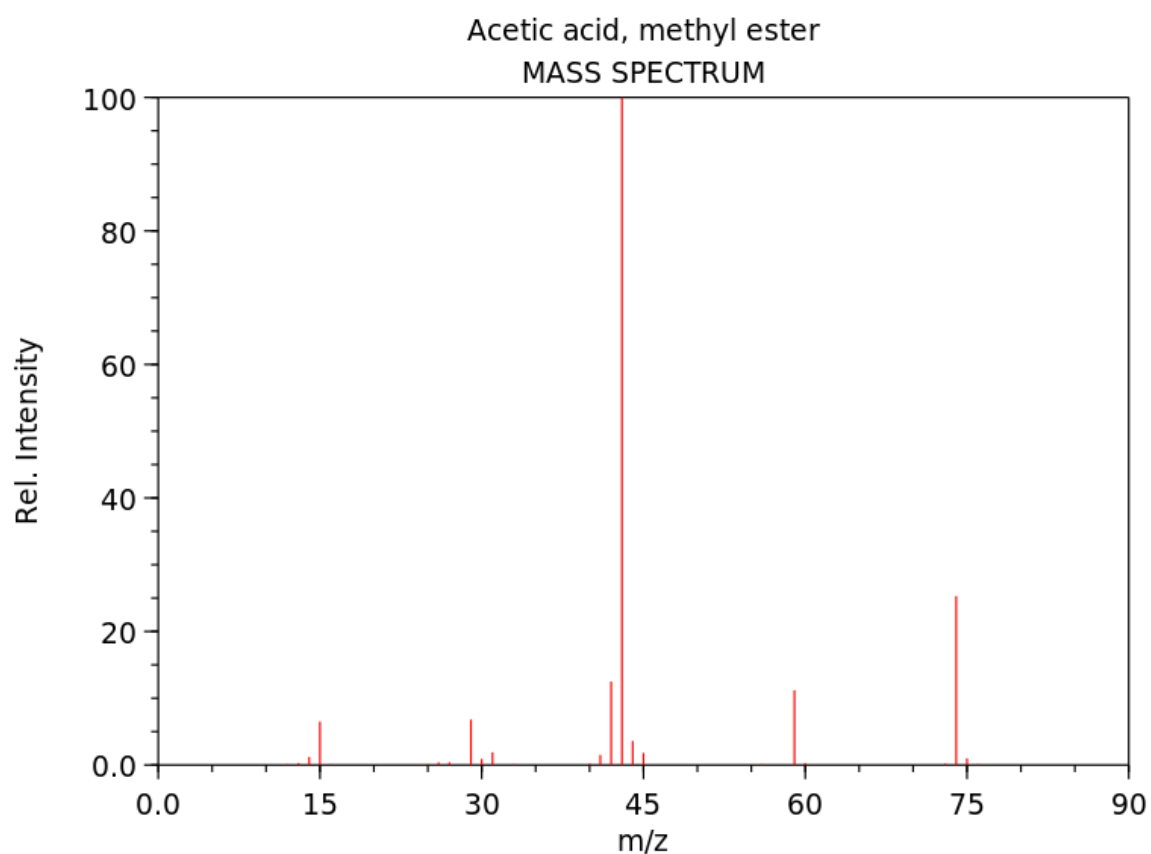
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: octan metylu	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

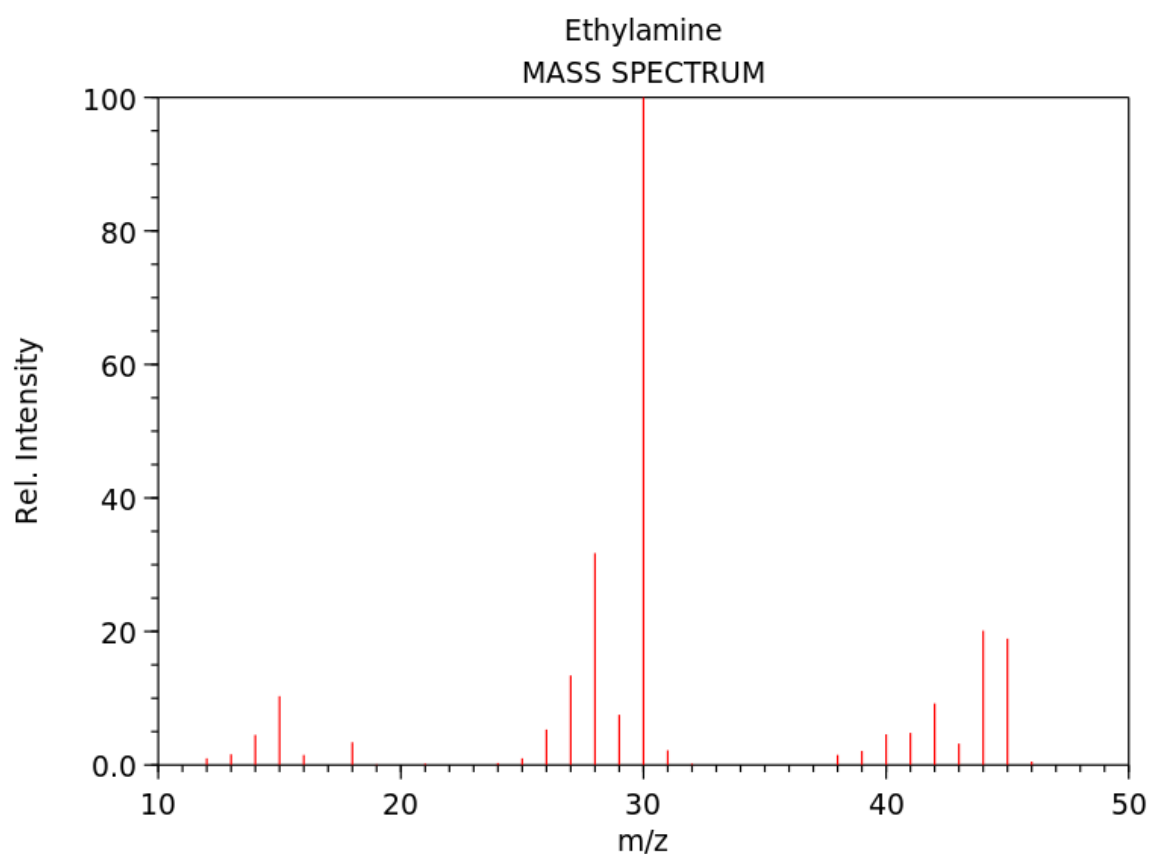
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: etyloamina	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

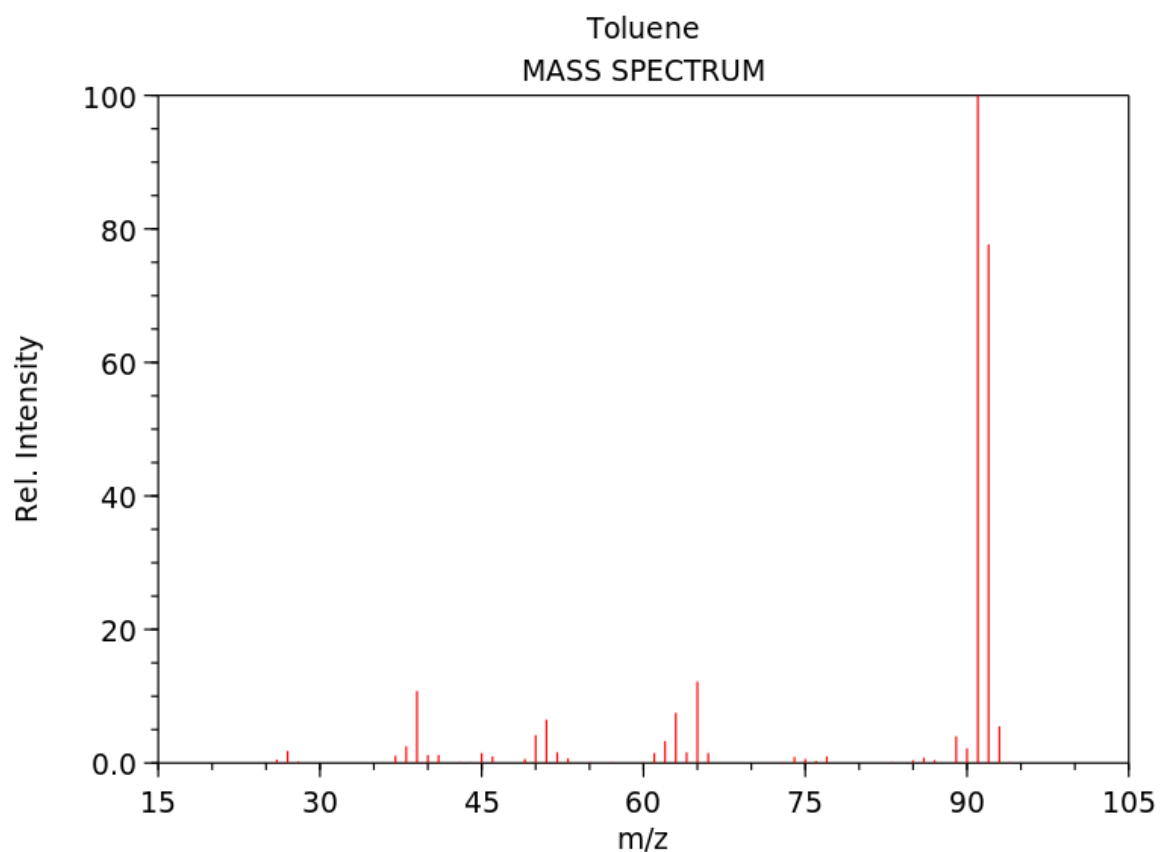
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: toluen	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

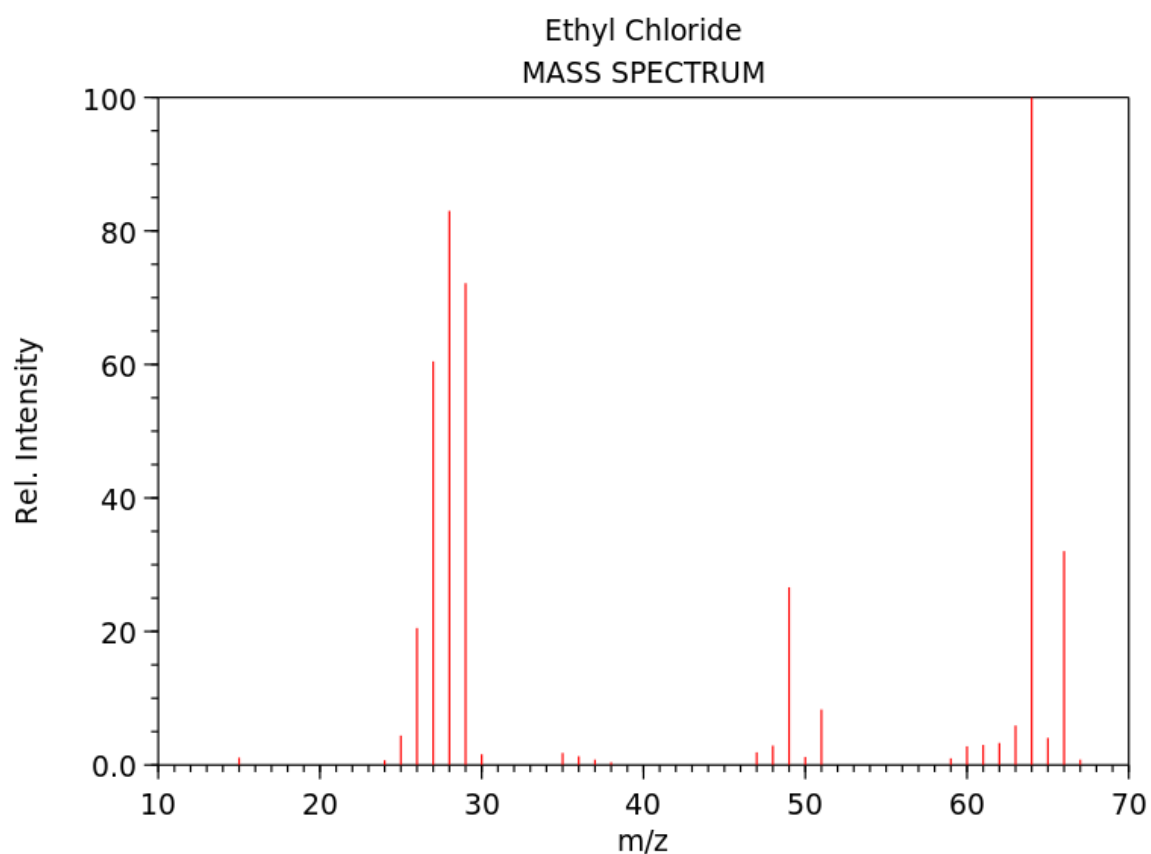
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: chloroetan	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

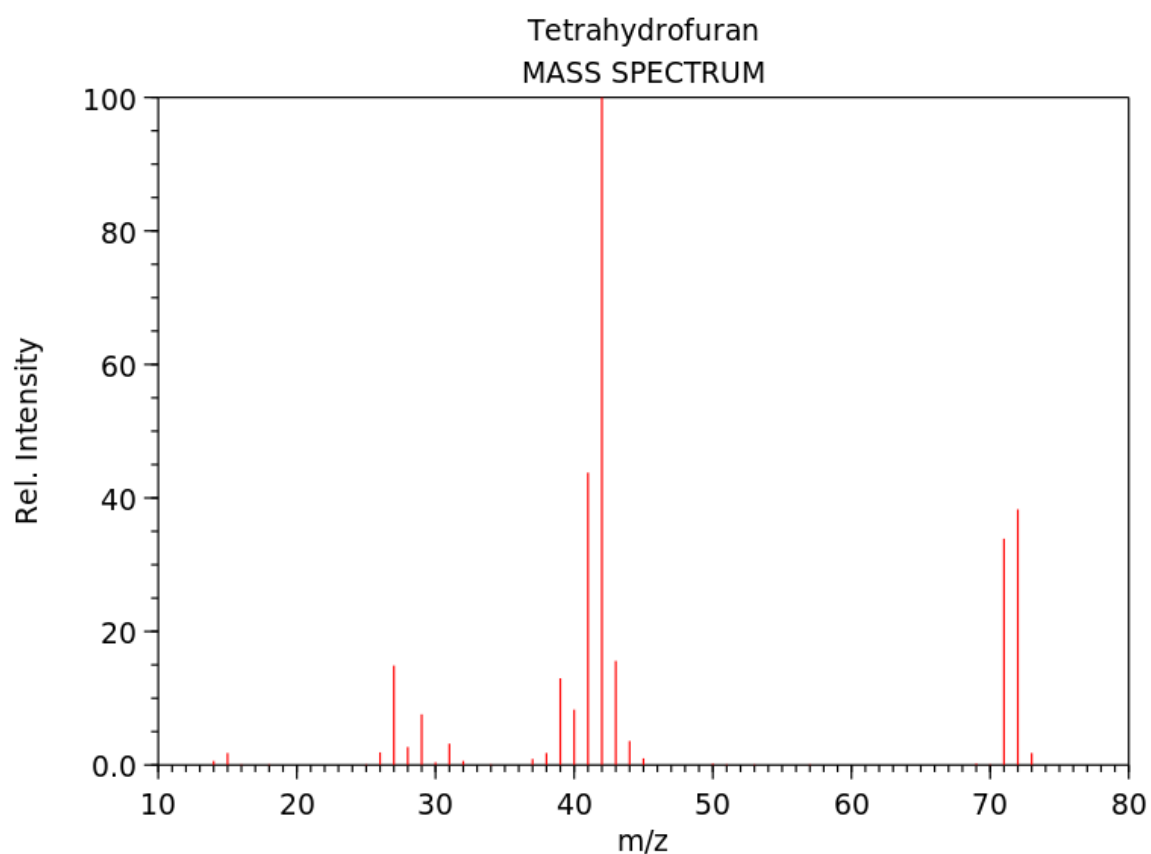
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: tetrahydrofuran	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

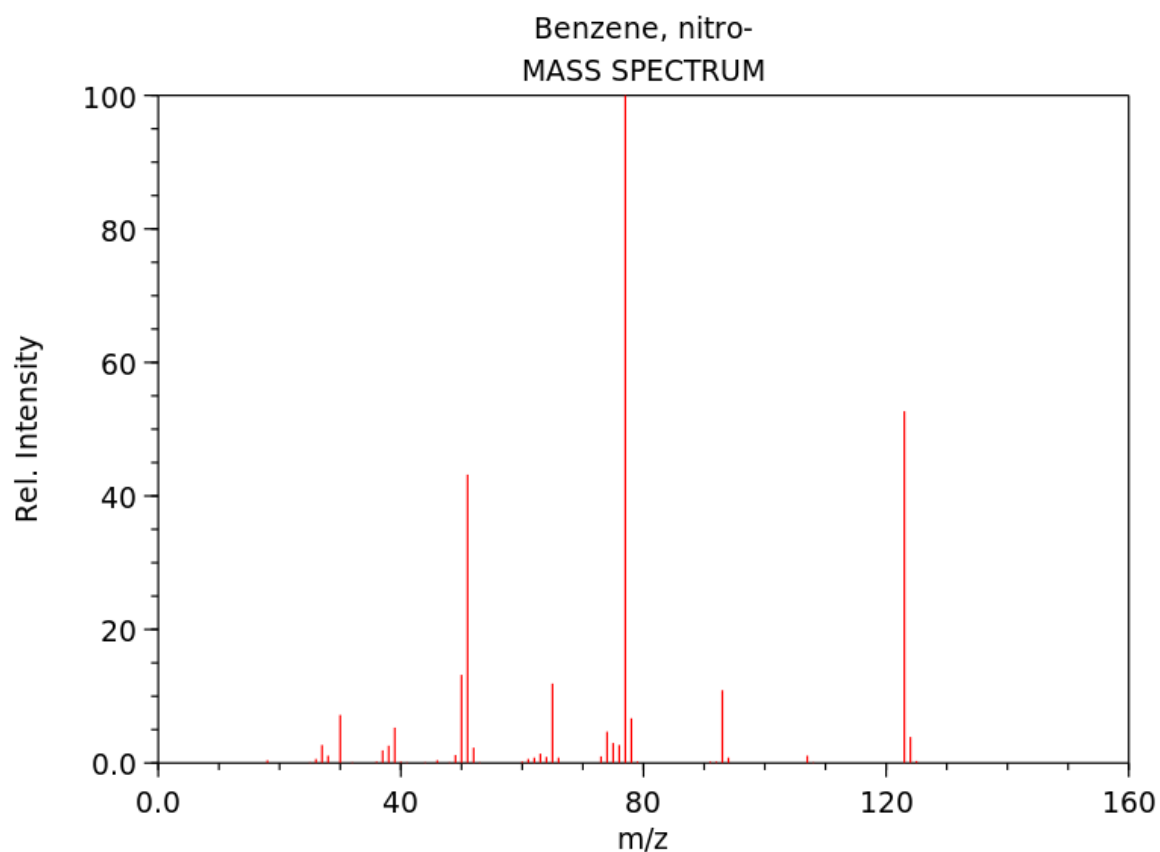
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: nitrobenzen	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

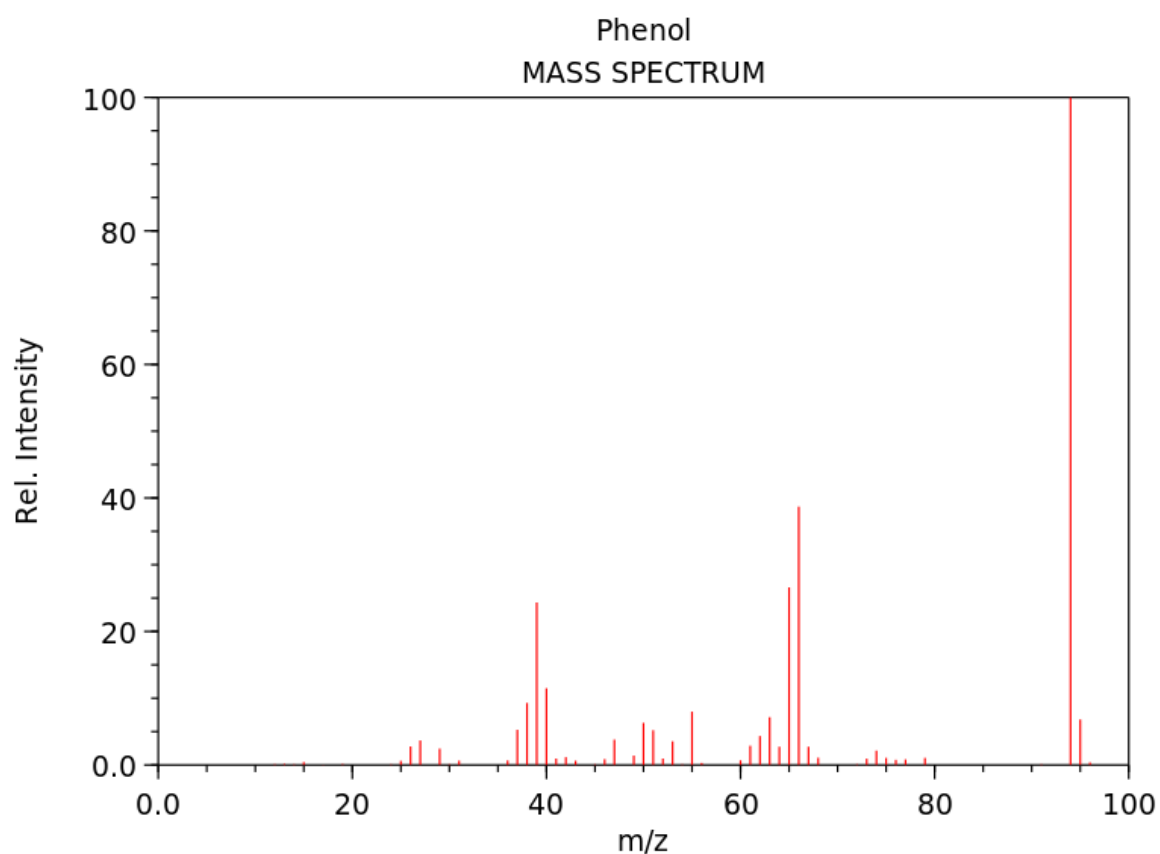
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: fenol	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

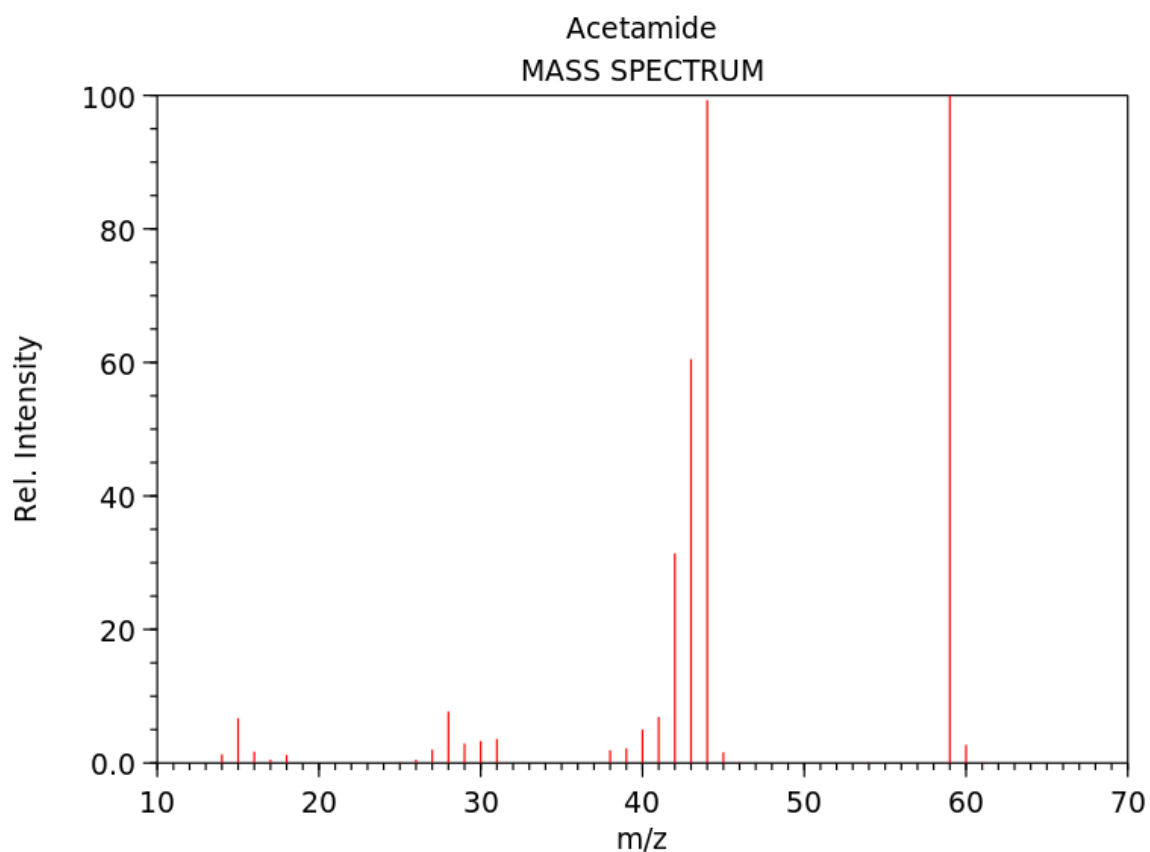
Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

Nazwa związku: acetamid	Masa cząsteczkowa [u]:
Wzór półstrukturalny/strukturalny:	
Miejsce na notatki, szkice fragmentów oraz ich masy:	

Widmo anonimowe:

NIST Chemistry WebBook (<https://webbook.nist.gov/chemistry>)

Kod QR do widma rzeczywistego:



Wnioski/komentarze/uzasadnienia interpretacyjne:

## Część 2 - Spektroskopia w podczerwieni

Na podstawie otrzymanego widma w podczerwieni (IR) dokonaj jego szczegółowej i uzasadnionej interpretacji. Do widma dołączony jest kod QR, który odsyła do bazy widm – można z niego korzystać w celu odczytania dokładnych wartości liczb falowych ( $\text{cm}^{-1}$ ) oraz intensywności pasm.

W szczególności:

1. Zidentyfikuj charakterystyczne pasma absorpcyjne i przypisz je odpowiednim drganiom grup funkcyjnych (np. O-H, N-H, C=O, C-O, C-H, C=C, C≡C, C≡N).
2. Przeanalizuj kształt i szerokość pasm (np. szerokie pasmo O-H, ostre pasma C=O) oraz ich intensywność, odnosząc je do oddziaływań międzycząsteczkowych (np. wiązania wodorowe) i budowy cząsteczki.
3. Uwzględnij możliwy wpływ rozpuszczalnika lub matrycy (jeśli podano), identyfikując pasma pochodzące od tła i odróżniając je od pasm analizowanego związku.
4. W razie potrzeby wykorzystaj dane z bazy widm (QR) do potwierdzenia przypisań lub eliminacji nieprawidłowych interpretacji.

Odpowiedź powinna mieć charakter spójnej analizy strukturalnej, a nie jedynie listy pasm. Każde przypisanie musi być uzasadnione odpowiednimi zależnościami spektroskopowymi i wiedzą z zakresu chemii organicznej/fizycznej.

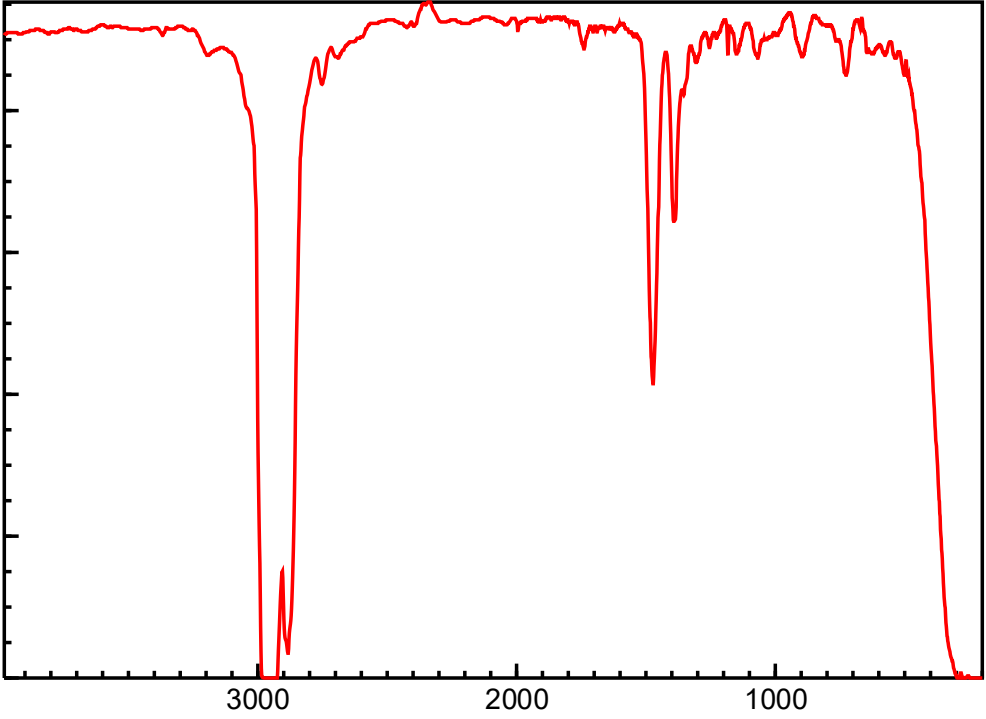
### Uproszczony algorytm analizy widma IR

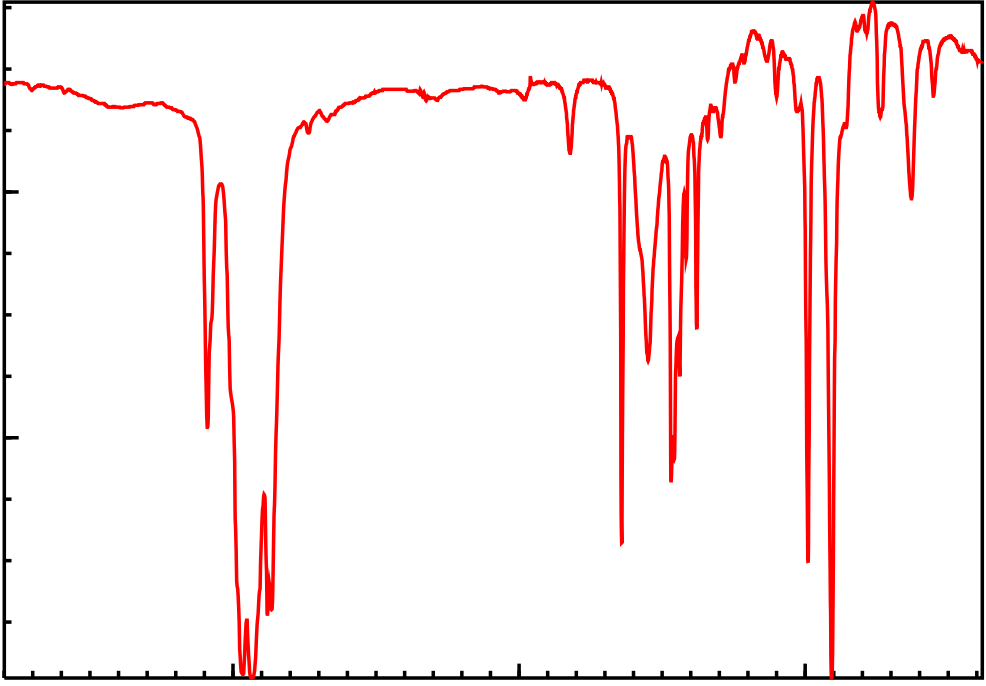
1. Sprawdź „czy jest karbonyl”  $\sim 1850\text{-}1650 \text{ cm}^{-1}$  (zwykle mocne, ostre):
  - Jeśli jest: dalej rozróżniasz typ C=O (ester/keton/aldehyd/kwas/amid/anhydryd).
  - Jeśli nie ma: idziesz w stronę alkoholi/amin/eterów, aromatów itp.
2. Sprawdź „czy jest szerokie O–H / N–H”  $\sim 3700\text{-}3000 \text{ cm}^{-1}$  (obszar „X–H”)
  - O–H alkohol/fenol: zwykle szerokie pasmo ok.  $3600\text{-}3200 \text{ cm}^{-1}$
  - O–H kwas karboksylowy: bardzo szerokie, „rozlane” nawet  $3300\text{-}2500 \text{ cm}^{-1}$

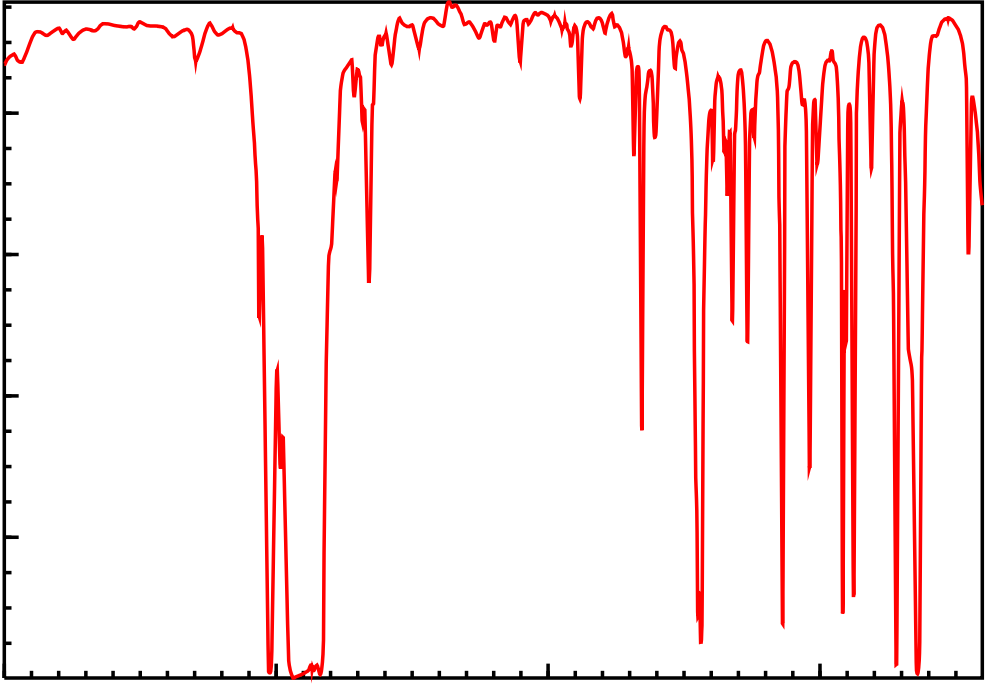
- N–H aminy/amidy: węższe niż O–H, ok. 3500–3300  $\text{cm}^{-1}$  (amina I-rzędowa często daje dwa pasma, II-rzędowa jedno, III-rzędowa brak N–H)
3. Oceń typ „C–H” ( $\text{sp}^3$  vs  $\text{sp}^2$  vs  $\text{sp}$ )
- $\text{sp}^3$  C–H (alkany): 2960–2850  $\text{cm}^{-1}$
  - $\text{sp}^2$  C–H (alkeny/aromaty): ~3100–3000  $\text{cm}^{-1}$  (powyżej 3000  $\text{cm}^{-1}$ )
  - $\text{sp}$  C–H (alkiny terminalne): ~3330  $\text{cm}^{-1}$  (ostre)
4. Zobacz „potrójne wiązania” ( $\text{C}\equiv\text{N}$ ,  $\text{C}\equiv\text{C}$ ) ~2260–2100  $\text{cm}^{-1}$
- $\text{C}\equiv\text{N}$  (nityl): zwykle mocne ~2250  $\text{cm}^{-1}$
  - $\text{C}\equiv\text{C}$ : często słabsze; terminalny alkin dodatkowo ma ostre ~3330  $\text{cm}^{-1}$  ( $\text{sp}$  C–H)
5. Jeśli masz karbonyl, klasyfikuj go po położeniu i „sąsiadach” C=O zależy od grupy i sprzężenia:
- Ester: ~1750–1735  $\text{cm}^{-1}$  + często mocne C–O w 1300–1000  $\text{cm}^{-1}$
  - Keton: ~1720  $\text{cm}^{-1}$  (sprzężenie obniża)
  - Aldehyd: ~1725  $\text{cm}^{-1}$  + charakterystyczne „aldehydowe C–H” ~2820  $\text{cm}^{-1}$  i 2720  $\text{cm}^{-1}$
  - Kwas: ~1710  $\text{cm}^{-1}$  + bardzo szerokie O–H (3300–2500  $\text{cm}^{-1}$ )
  - Amid: niżej ~1690–1630  $\text{cm}^{-1}$  + N–H i pasma amidowe w „odcisku”
  - Bezwodnik: zwykle dwa mocne pasma C=O (~1820  $\text{cm}^{-1}$  i ~1760  $\text{cm}^{-1}$ )
  - Chlorek acylu: wysoko ~1800  $\text{cm}^{-1}$
6. Związek aromatyczny? Szukaj „pakietu aromatycznego”:
- pasma C=C pierścienia: ~1600 i ~1500  $\text{cm}^{-1}$
  - C–H ( $\text{sp}^2$ ): ~3030  $\text{cm}^{-1}$
  - wzór podstawienia często z drgań poza płaszczyzną C–H: ~900–650  $\text{cm}^{-1}$  (bardzo użyteczne, ale wymaga praktyki)
7. Na końcu: „fingerprint region” jako potwierdzenie ~1500–500  $\text{cm}^{-1}$ :

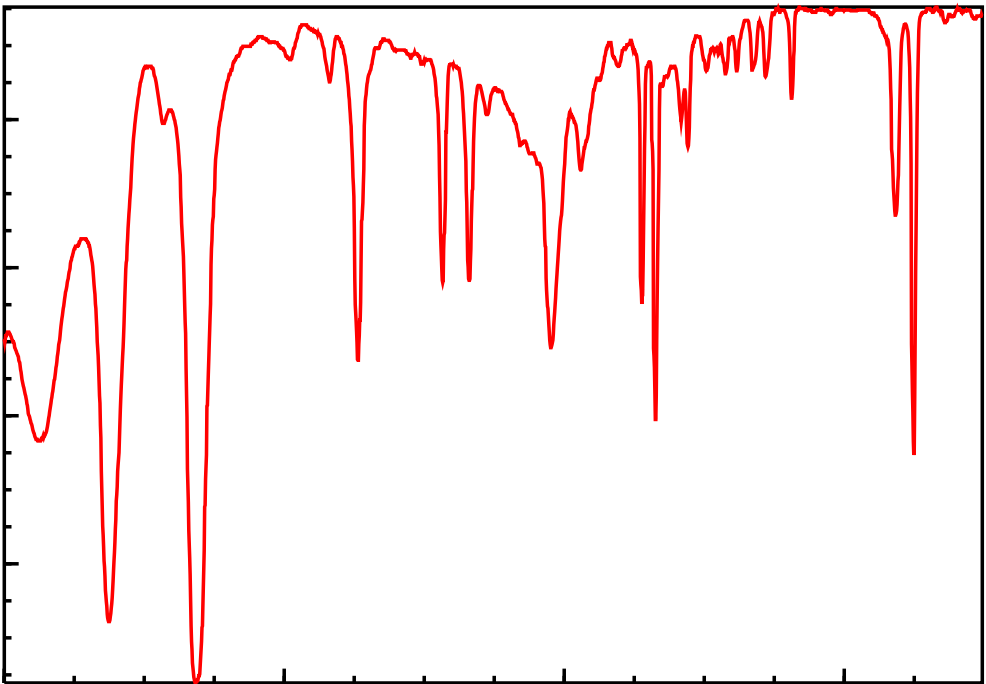
Tu jest masa pasm (C–O, C–N, deformacje), mało „uniwersalnych reguł”, ale:

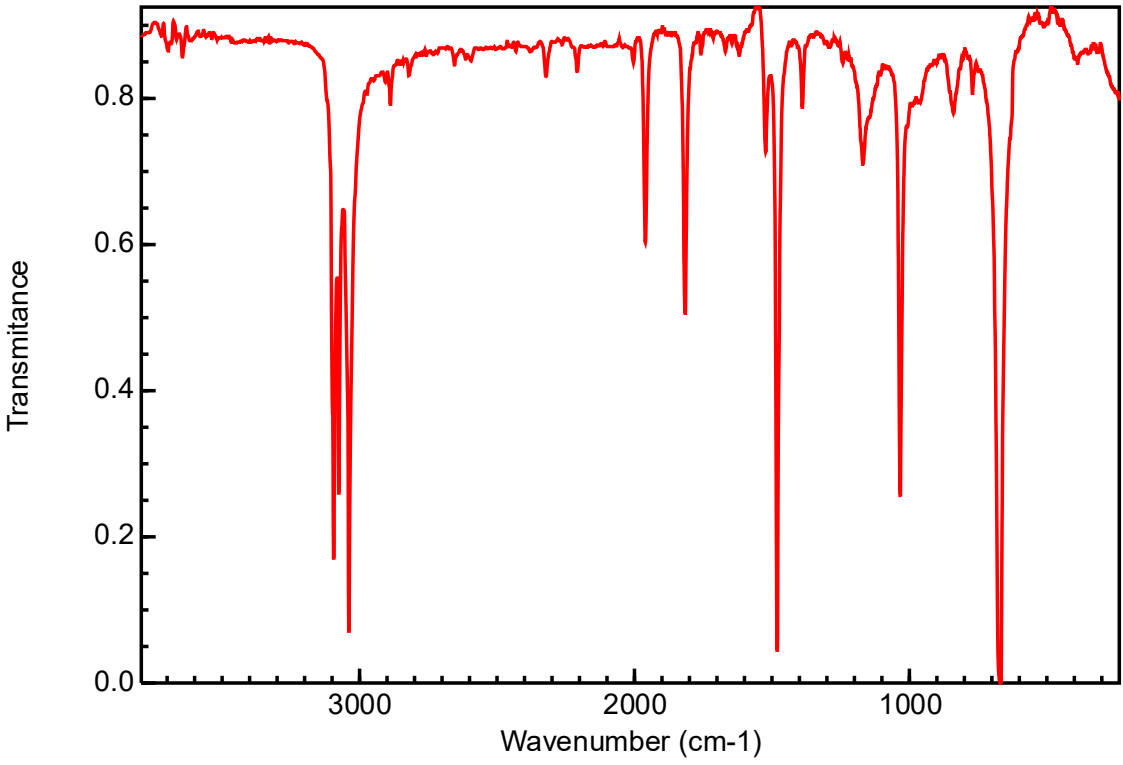
- świetne do porównania z widmem wzorcowym/bazą
- dobre do potwierdzania typu związku (np. estry: mocne C–O 1300–1000)

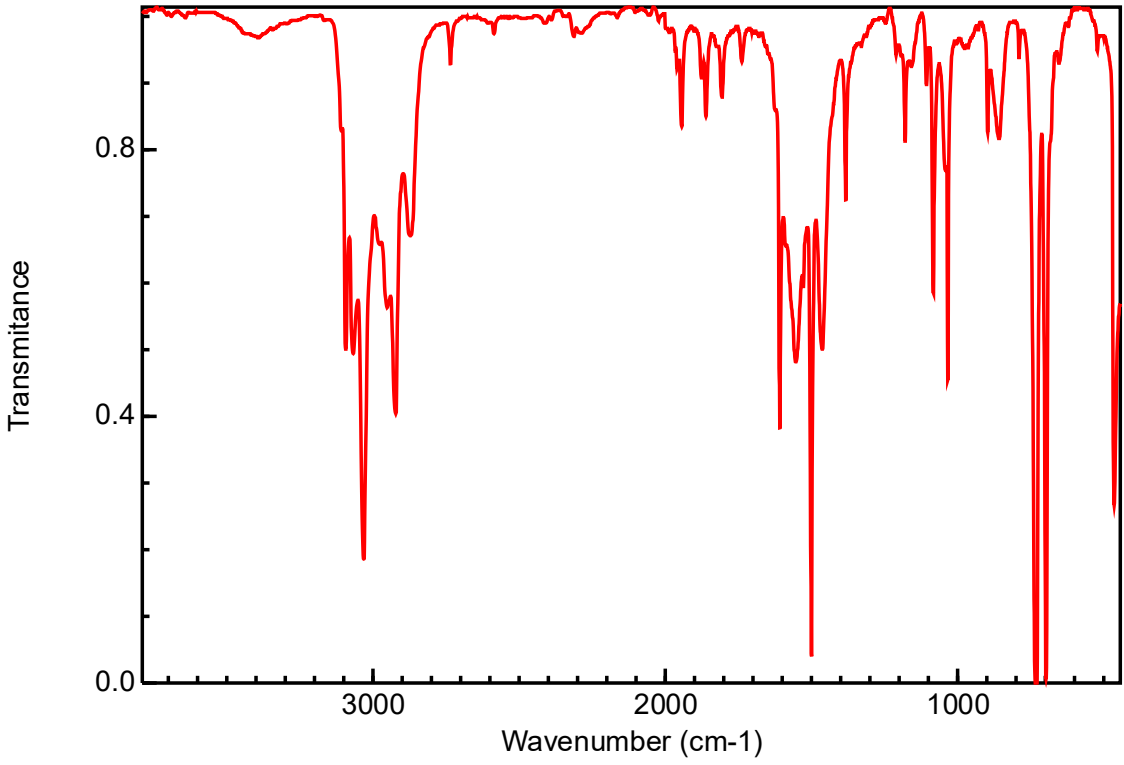
Nazwa związku: n-heksan	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">n-HEXANE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

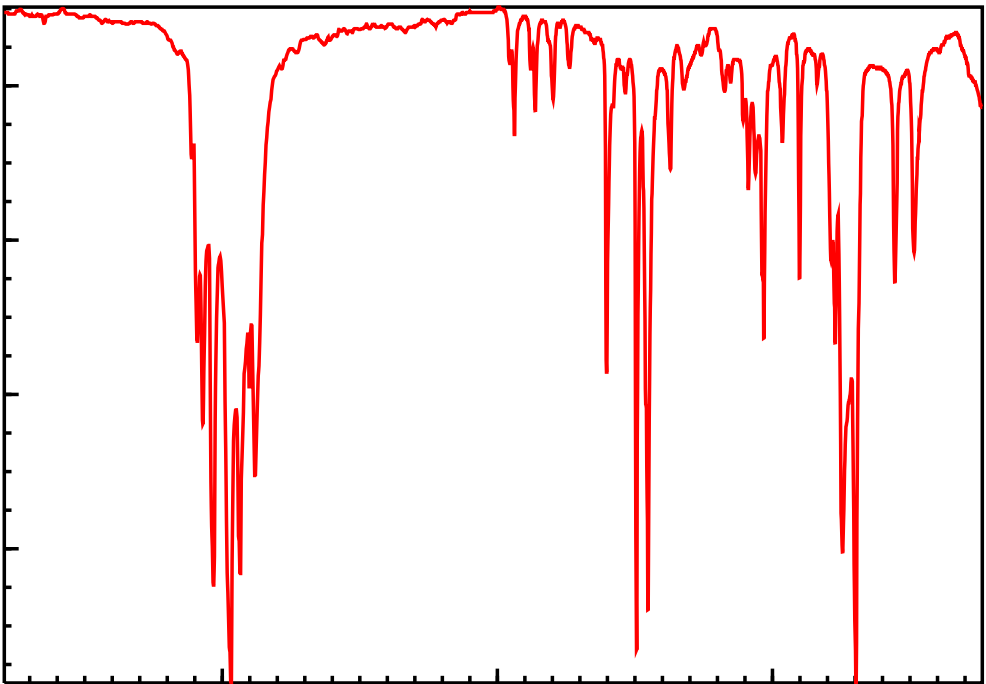
Nazwa związku: heks-1-en	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">1-HEXENE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

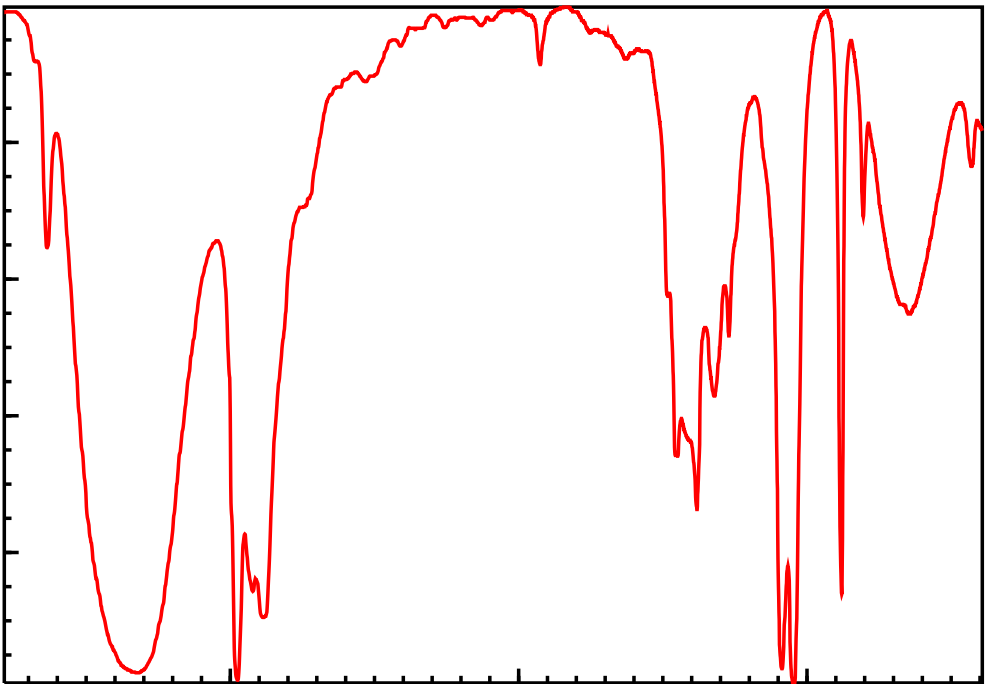
Nazwa związku: cykloheksen	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">CYCLOHEXENE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

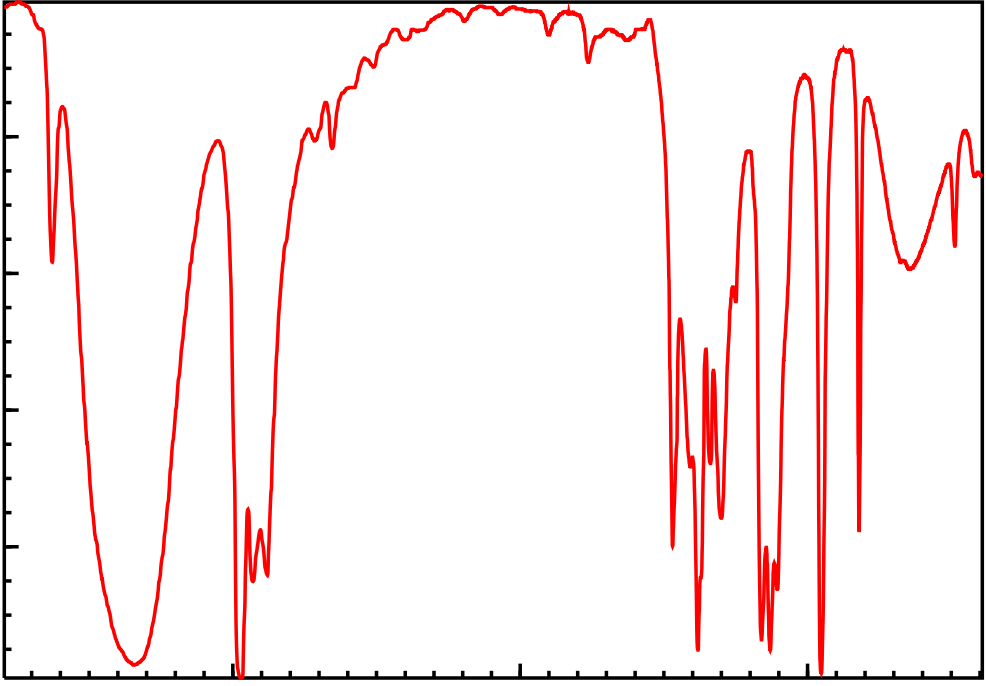
Nazwa związku: fenyloaceton	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">ETHYNYLBENZENE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>Transmittance</p> <p>Micrometers</p> <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

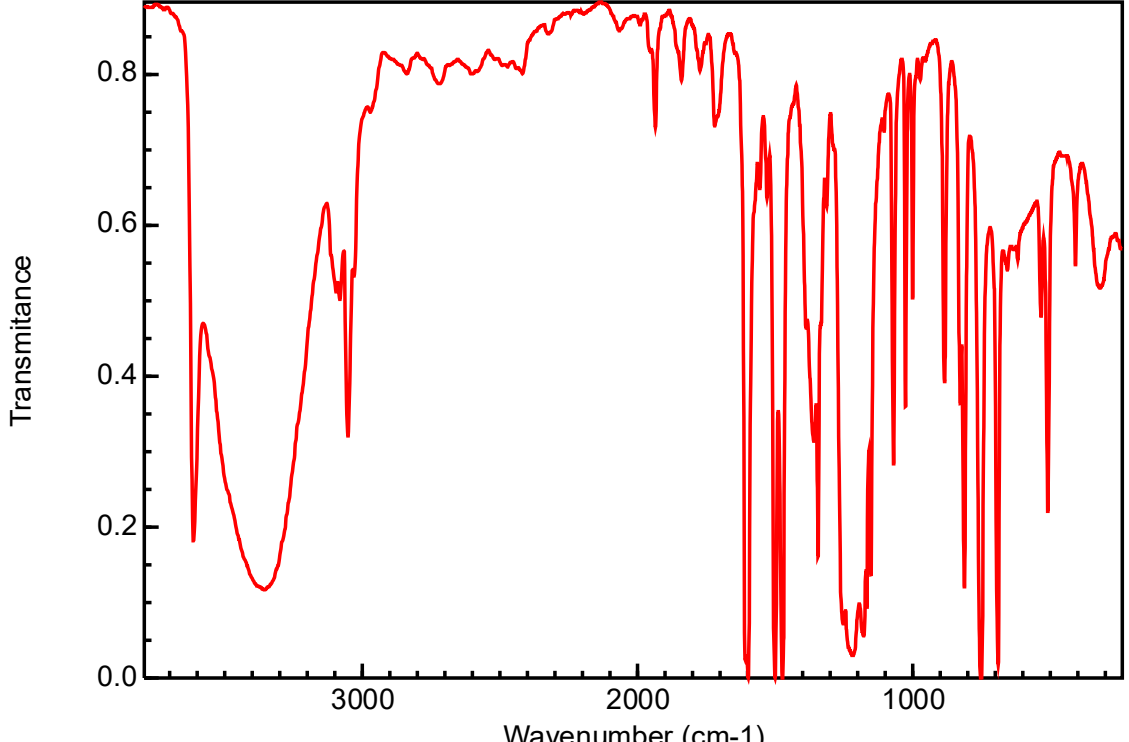
Nazwa związku: benzen	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZENE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

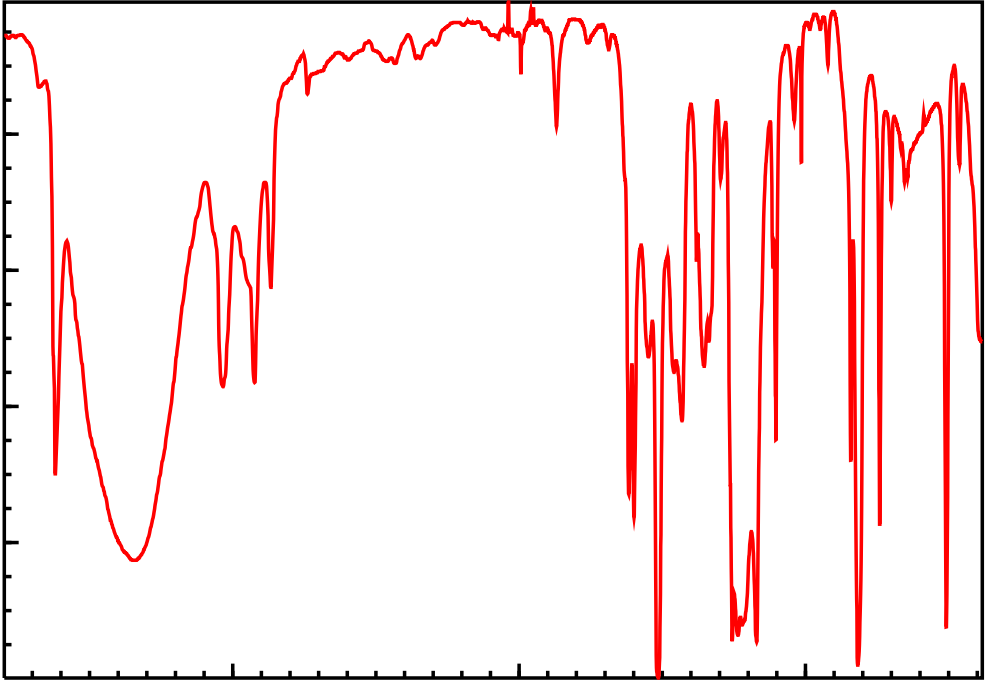
Nazwa związku: toluen	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZENE, METHYL- INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

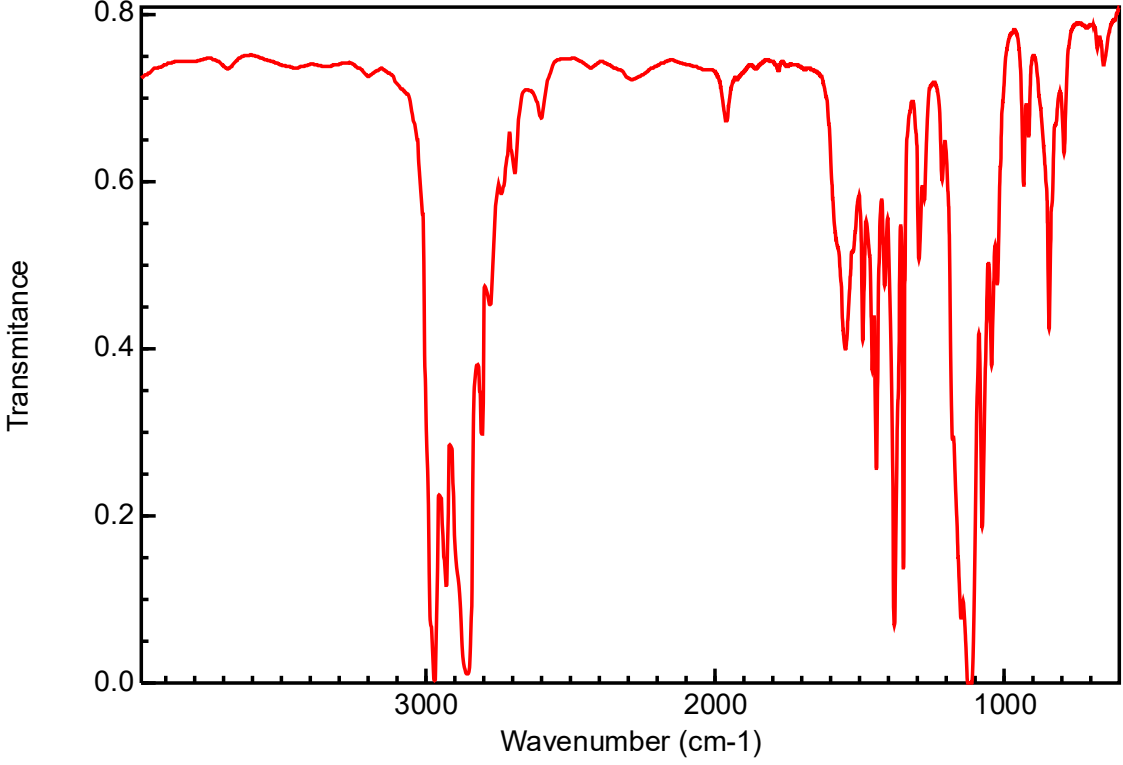
Nazwa związku: etylobenzen	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZENE, ETHYL- INFRARED SPECTRUM</p>  <p style="text-align: center;">NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

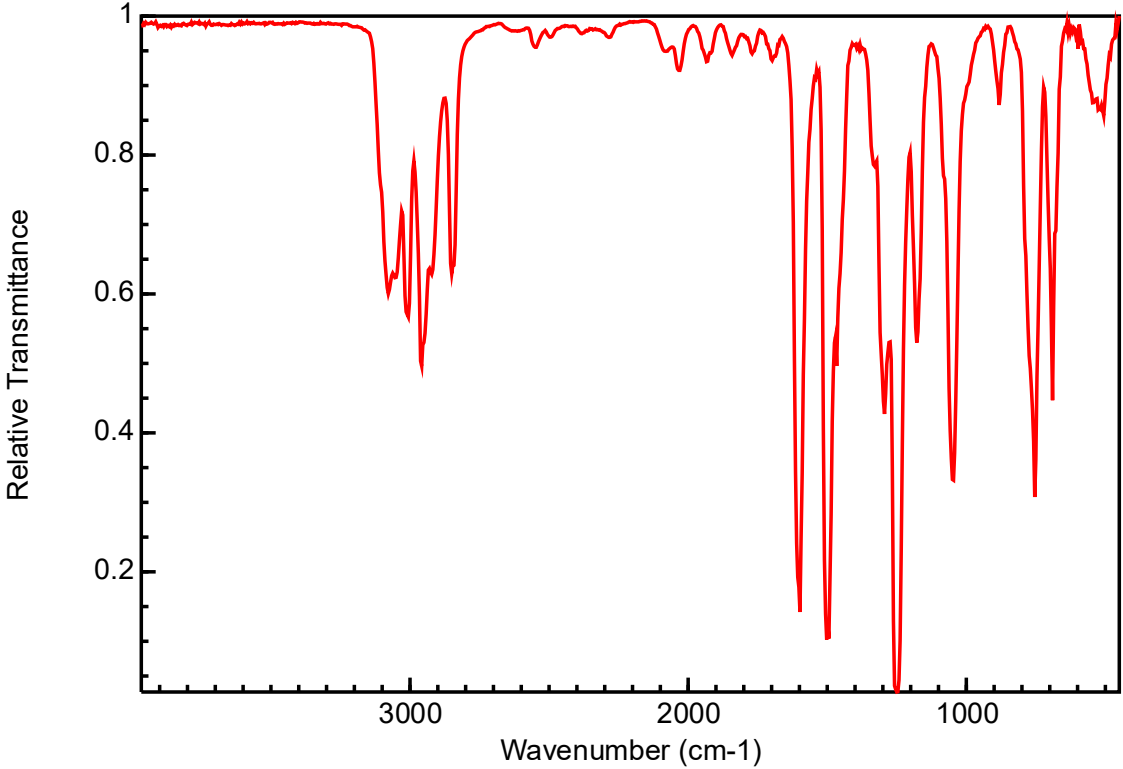
Nazwa związku: etanol	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">ETHANOL INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

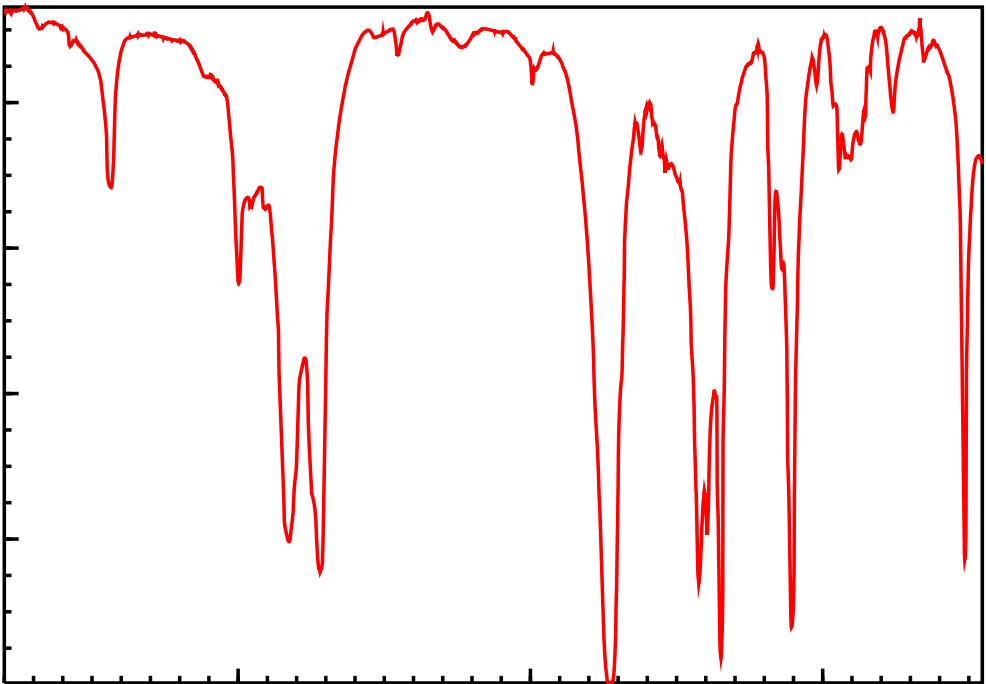
Nazwa związku: izopropanol	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">2-PROPANOL INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

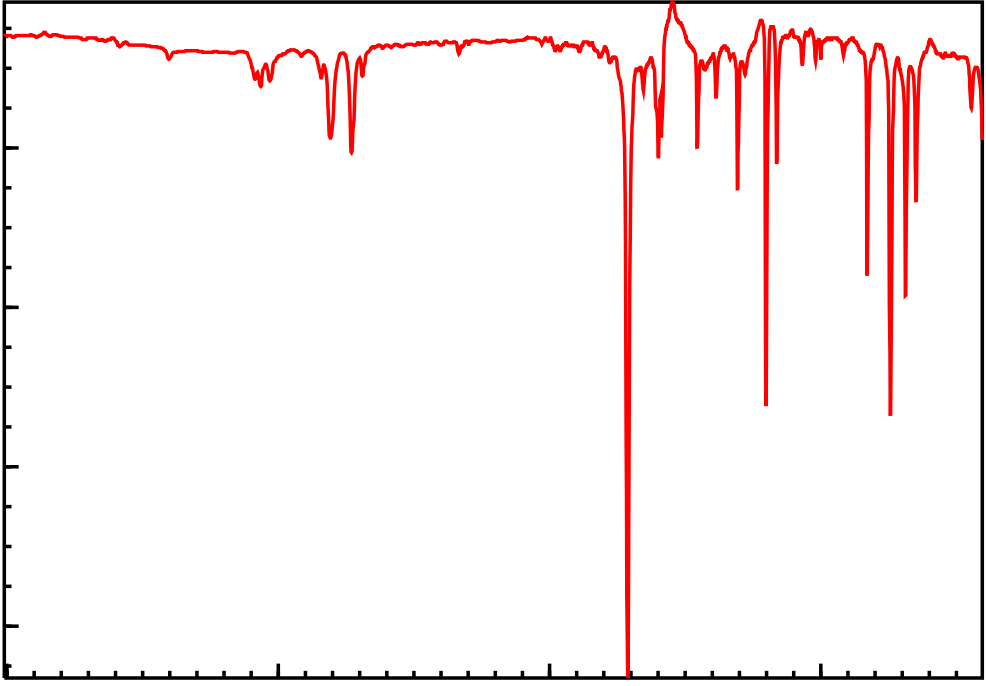
Nazwa związku: fenol	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">PHENOL INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

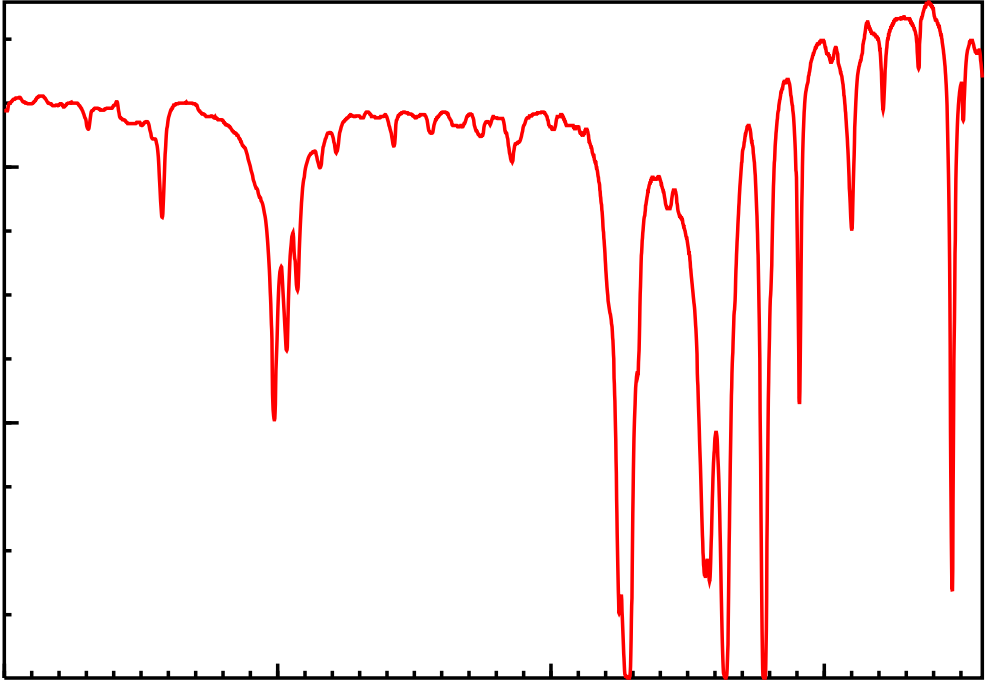
Nazwa związku: <i>p</i> -krezol	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">PHENOL, 4-METHYL- INFRARED SPECTRUM</p>  <p>The infrared spectrum displays transmittance on the y-axis (ranging from 0.2 to 0.8) and wavenumber in cm<sup>-1</sup> on the x-axis (ranging from approximately 3500 to 500). Key features include a broad O-H stretch around 3400 cm<sup>-1</sup>, C-H stretches near 3000 cm<sup>-1</sup>, aromatic C=C stretches between 1600 and 2000 cm<sup>-1</sup>, and a strong C-O stretch at approximately 1200 cm<sup>-1</sup>.</p>	
NIST Chemistry WebBook ( <a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a> )	
Pasma:	Drganie:

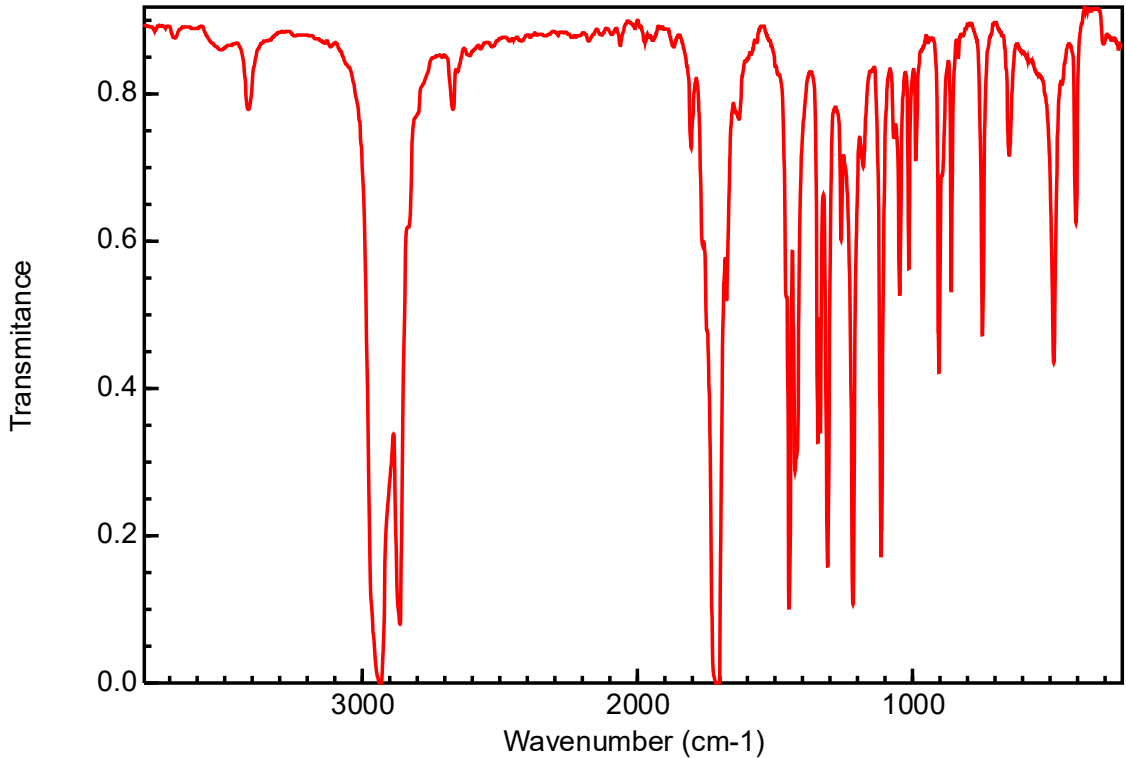
Nazwa związku: eter dietylowy	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">DIETHYL ETHER INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

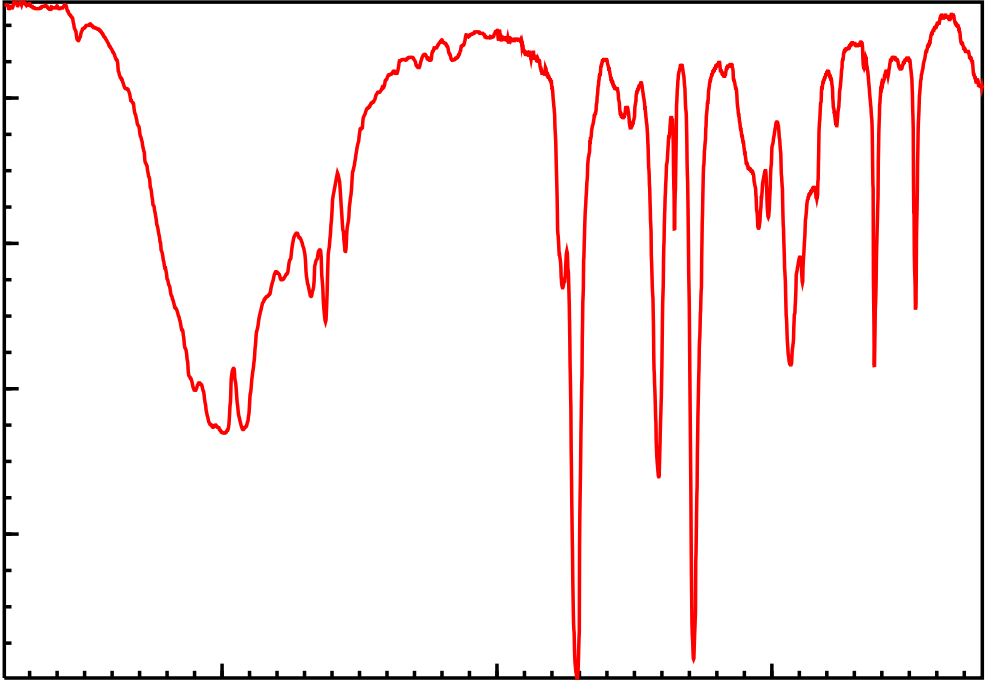
Nazwa związku: anizol	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">Benzene, methoxy- INFRARED SPECTRUM</p>  <p style="text-align: center;">NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

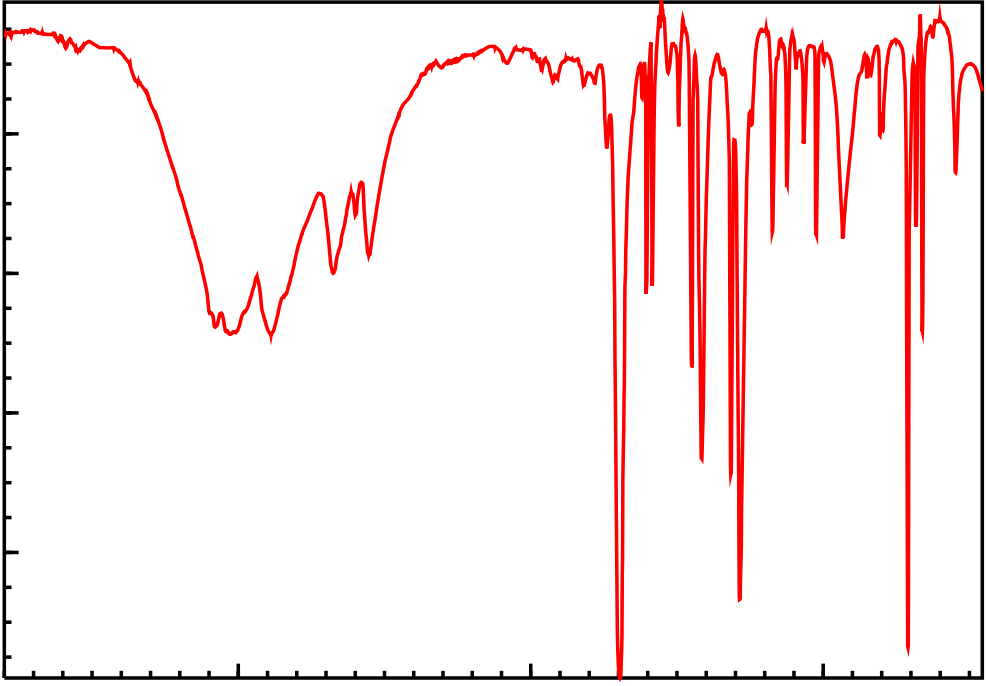
Nazwa związku: etanal	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">Acetaldehyde INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

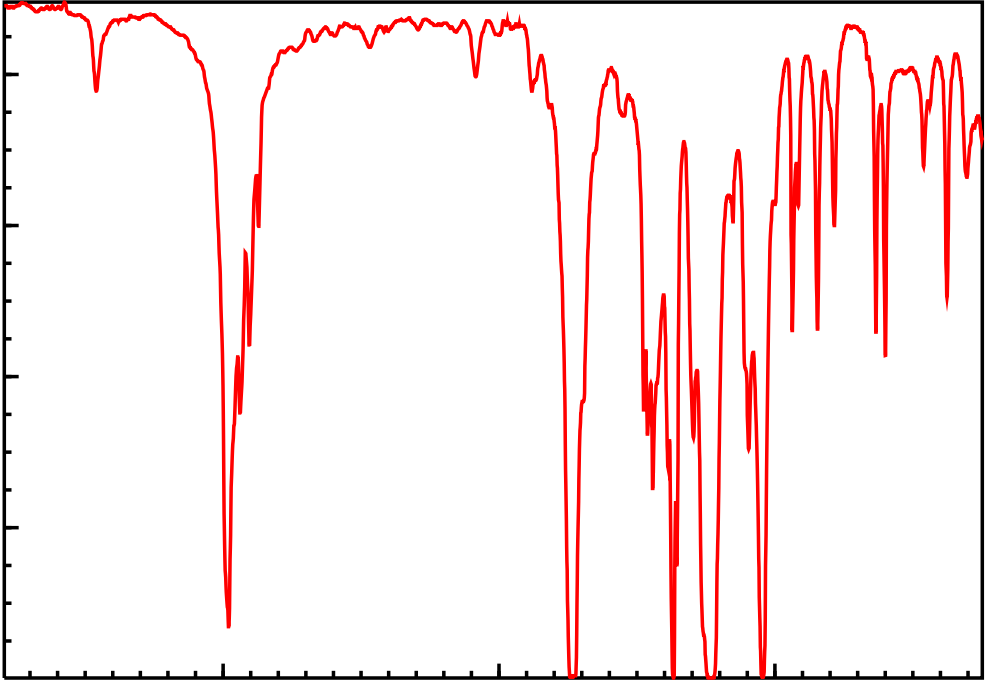
Nazwa związku: benzaldehyd	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZALDEHYDE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>Transmittance</p> <p>Wavenumber (cm-1)</p> <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

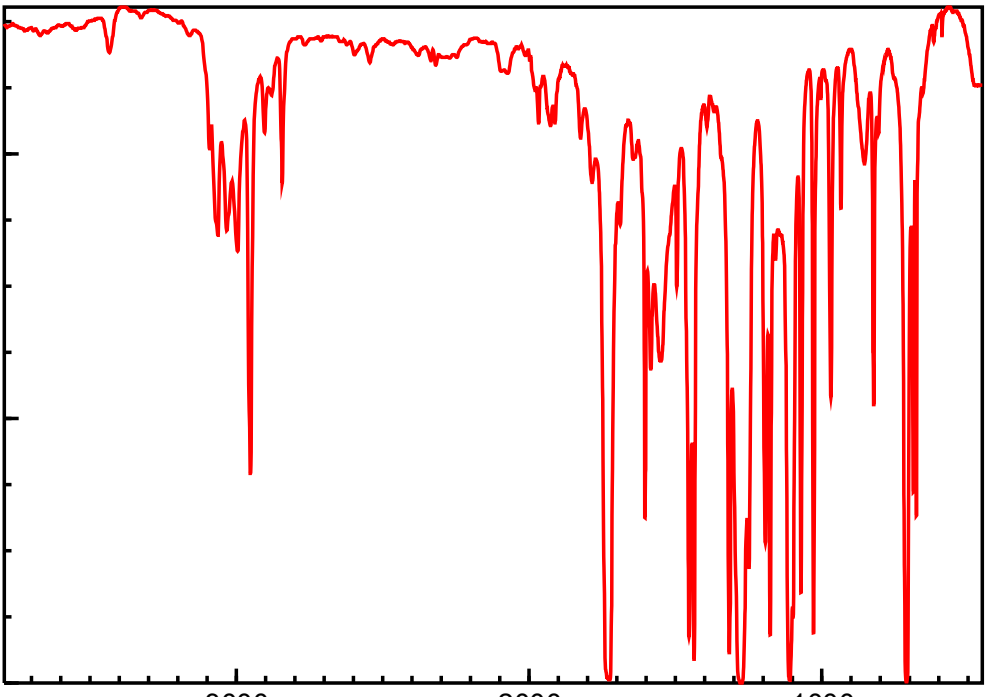
Nazwa związku: aceton	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">2-PROPANONE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>Transmittance</p> <p style="text-align: center;">Wavenumber (cm-1)</p> <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

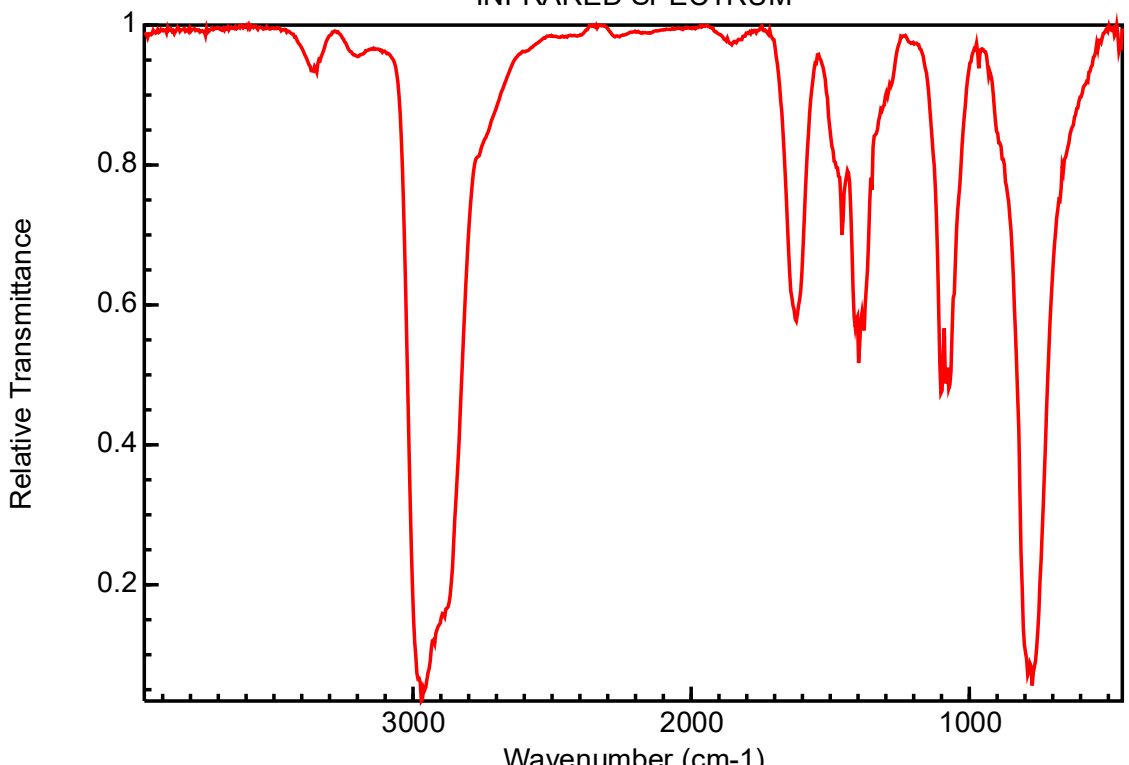
Nazwa związku: cykloheksanon	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">CYCLOHEXANONE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

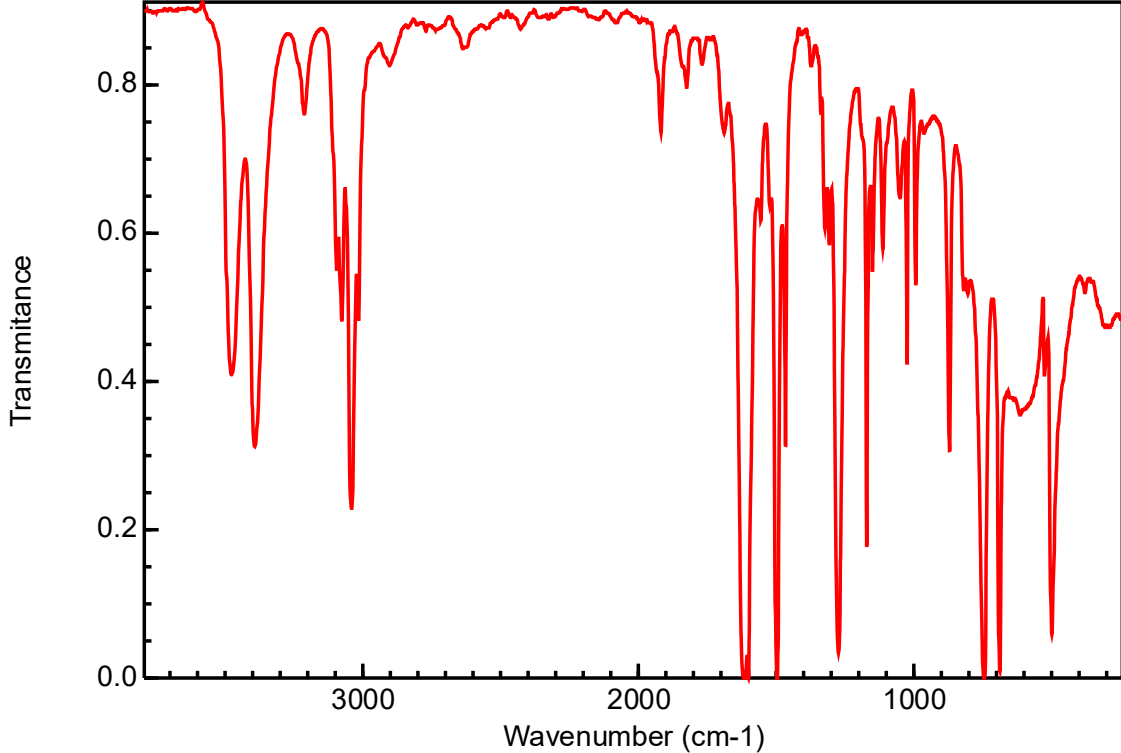
Nazwa związku: kwas octowy	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">ACETIC ACID INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

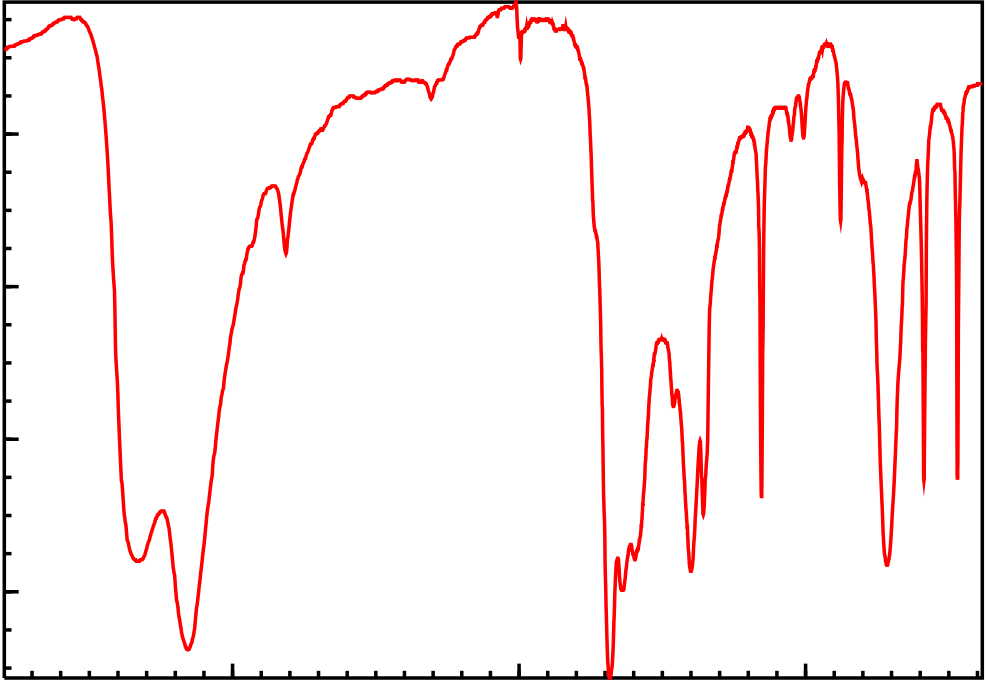
Nazwa związku: kwas benzoesowy	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">Benzoic acid INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

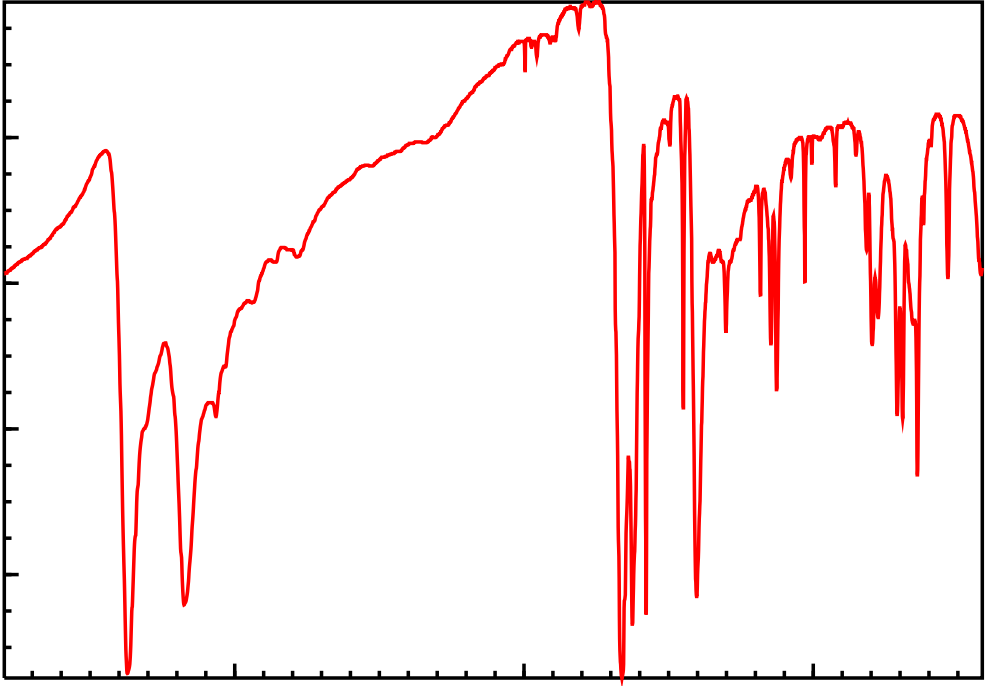
Nazwa związku: octan etylu	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">ACETIC ACID, ETHYL ESTER INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

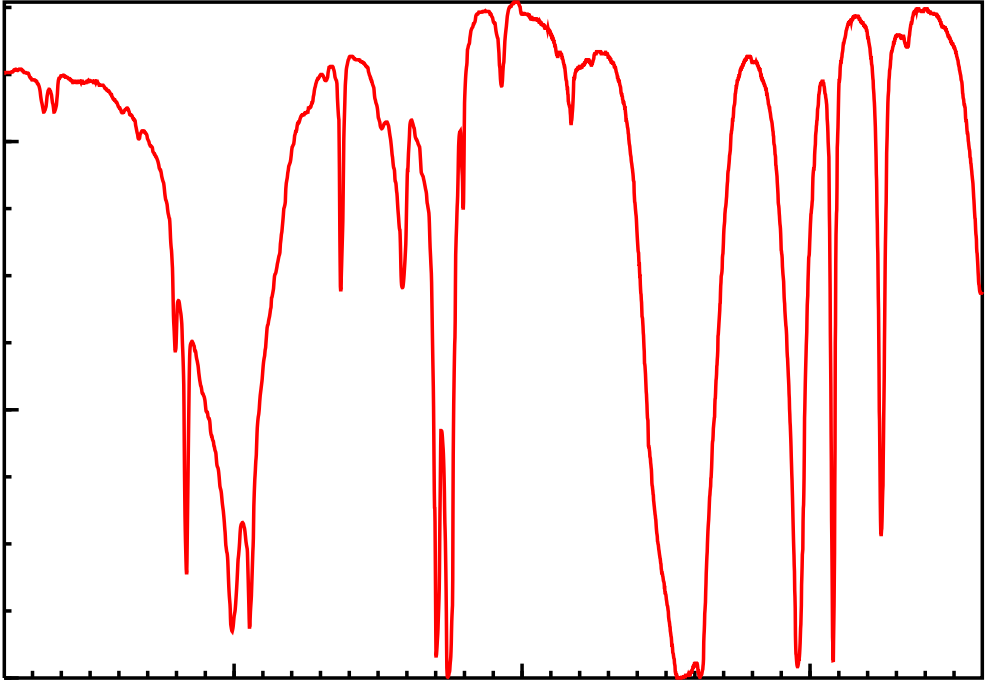
Nazwa związku: benzoesan metylu	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZOIC ACID, METHYL ESTER INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

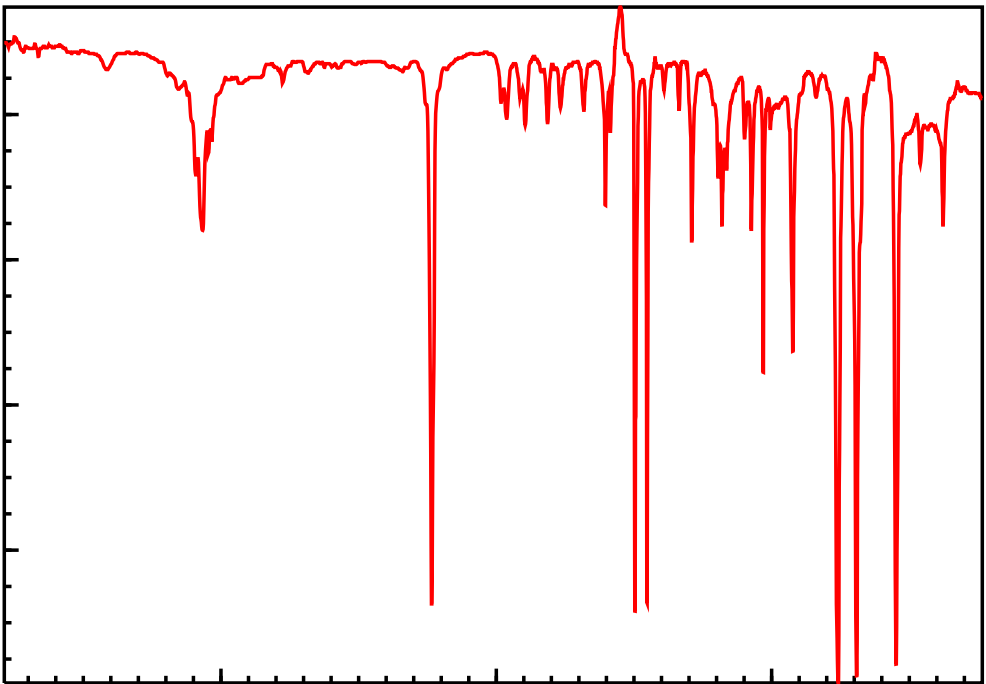
Nazwa związku: etyloamina	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">Ethylamine INFRARED SPECTRUM</p>  <p>Relative Transmittance</p> <p style="text-align: center;">Wavenumber (cm-1)</p> <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

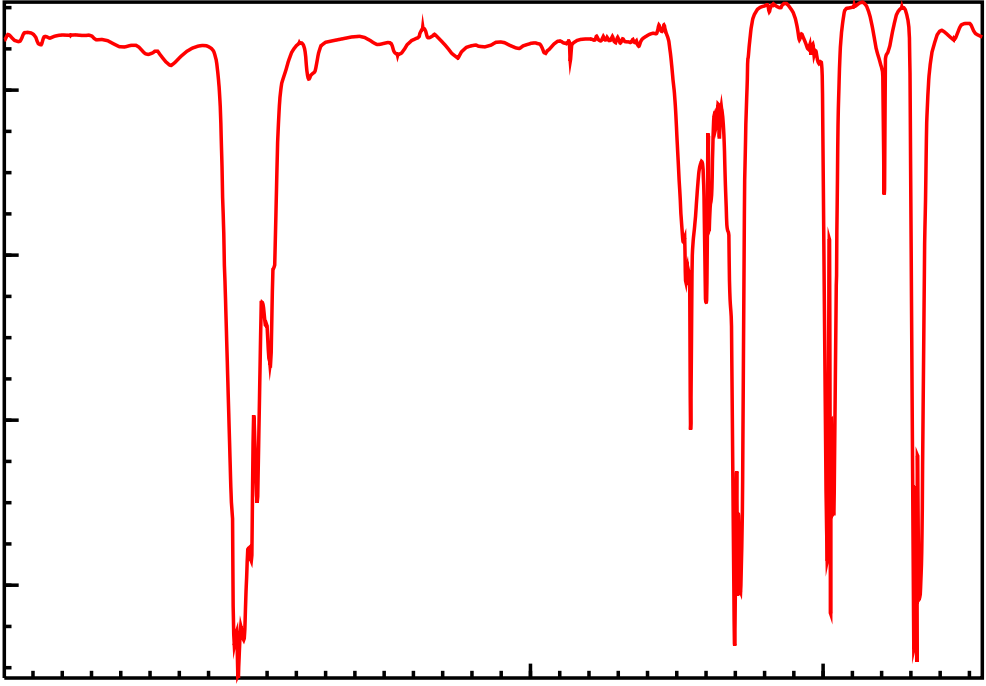
Nazwa związku: anilina	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZENAMINE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>Transmittance</p> <p style="text-align: center;">Wavenumber (cm-1)</p> <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

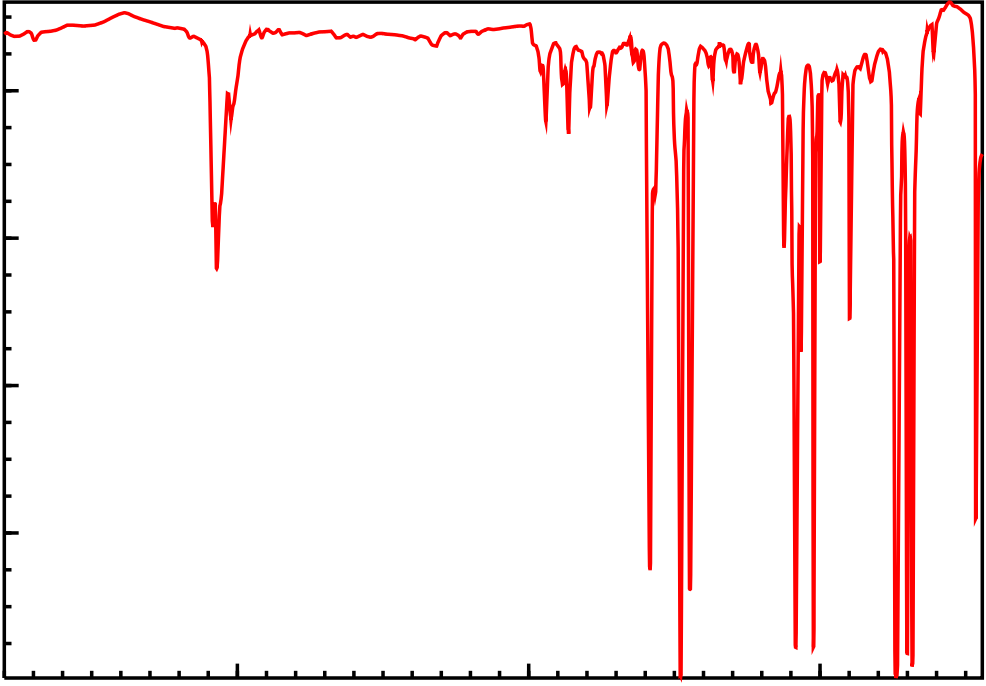
Nazwa związku: acetamid	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">ACETAMIDE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

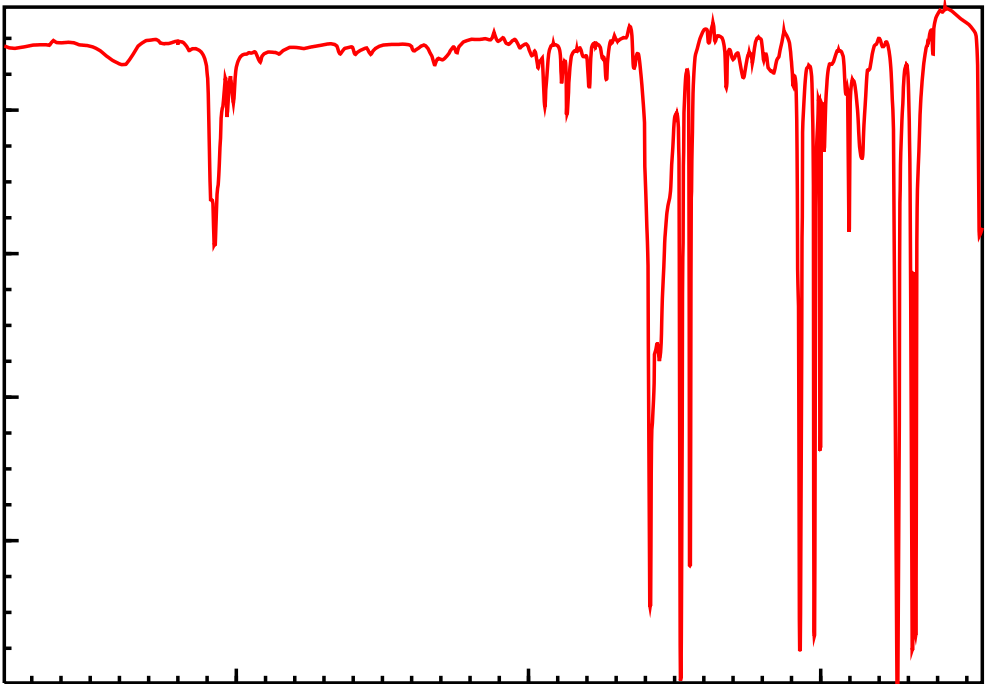
Nazwa związku: benzamid	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZAMIDE INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

Nazwa związku: acetonitryl	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p style="text-align: center;">Widmo IR ACETONITRILE INFRARED SPECTRUM</p>  <p style="text-align: center;">NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

Nazwa związku: benzonitryl	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p style="text-align: center;">Widmo IR BENZONITRILE INFRARED SPECTRUM</p>  <p style="text-align: center;">NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

Nazwa związku: chloroetan	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">Ethane, chloro- INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasmó:	Drganie:

Nazwa związku: chlorobenzen	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">BENZENE, CHLORO- INFRARED SPECTRUM</p>  <p>Percent Transmission (Transmittance)</p> <p>Wavenumber (cm-1)</p> <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

Nazwa związku: bromobenzen	Wzór półstrukturalny/strukturalny:
<p>Widmo IR</p> <p style="text-align: center;">Benzene, bromo- INFRARED SPECTRUM</p>  <p>NIST Chemistry WebBook (<a href="https://webbook.nist.gov/chemistry">https://webbook.nist.gov/chemistry</a>)</p>	
Pasma:	Drganie:

## Literatura (ACS):

1. <https://webbook.nist.gov/chemistry>