

---

Materiały pomocnicze kursu  
**Podstawy Chemii Organicznej**  
– ćwiczenia  
**dla kierunku Biotechnologia**  
**(CHC013002c)**

Marta Maślanka, Artur Mucha

Wrocław, 2023

---

### Zasady zaliczenia kursu

1. Podstawą zaliczenia kursu jest uzyskanie powyżej 50 punktów.
2. Z kolokwium zaliczeniowego można zdobyć maksymalnie 85 punktów. Do zaliczenia kursu wymagane jest uzyskanie min. 43 punktów z kolokwium zaliczeniowego.
3. Kolokwium z całości materiału odbywa się na ostatnich zajęciach. Przewidziana jest możliwość jednokrotnej poprawy kolokwium, w terminie dodatkowym, wspólnym dla wszystkich grup zajęciowych.
4. W skład punktacji końcowej wchodzi dodatkowe punkty (max 25) przyznawane za:
  - aktywność na zajęciach (5 x 2 pkt),
  - zadania domowe (max 15 pkt).
5. Ocena końcowa zostanie wystawiona zgodnie następującą skalą:

poniżej 51 pkt	( $\leq 50\%$ )	2,0 (niedostateczny)
od 51 do 60 pkt	(51%-60%)	3,0 (dostateczny)
od 61 do 70 pkt	(61%-70%)	3,5 (plus dostateczny)
od 71 do 80 pkt	(71%-80%)	4,0 (dobry)
od 81 do 90 pkt	(81%-90%)	4,5 (plus dobry)
od 91 do 100 pkt	(91%-100%)	5,0 (bardzo dobry)
od 100 do 110 pkt	(100%-110%)	5,5 (celujący)
6. Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa, nieobecność musi zostać usprawiedliwiona.
7. Nie ma możliwości zwolnienia z egzaminu z Podstaw Chemii Organicznej na podstawie wyników osiągniętych na ćwiczeniach.

### Zasady prowadzenia ćwiczeń

1. Na zajęciach będą rozwiązywane i omawiane wybrane problemy z list. Student powinien być przygotowany do samodzielnego ich rozwiązywania.
2. Zadania domowe i wybrane zadania z list będą udostępnione do samodzielnego rozwiązywania poza zajęciami na platformie ePortal PWr (adres oraz dodatkowe informacje o dostępie do strony i obsłudze zostaną przekazane przez prowadzących).
3. Każde indywidualne zgłoszenie na zajęciach będzie punktowane przez prowadzącego za 2 pkt, natomiast zadania domowe zostaną automatycznie ocenione w systemie ePortal PWr.

Lista 1.

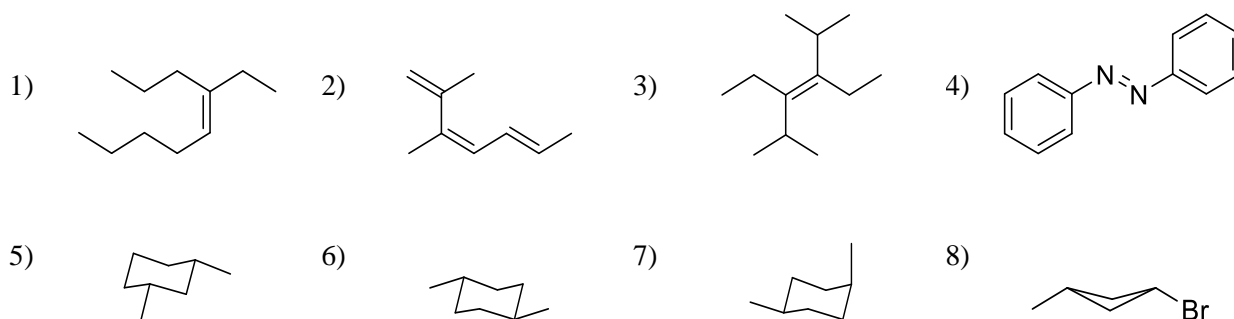
**Zadanie I.** Dla związków o podanym wzorze sumarycznym narysuj wzorami kreskowymi pary izomerów (o ile to możliwe) będące względem siebie:

- izomerami konstytucyjnymi:
  - a) szkieletowymi łańcuchowymi,
  - b) szkieletowymi pierścieniowymi,
  - c) położenia,
  - d) podstawienia,
  - e) funkcjonalnymi (metamerami),
  - f) tautomerami,
- izomerami konfiguracyjnymi (stereoizomerami):
  - a) geometrycznymi.

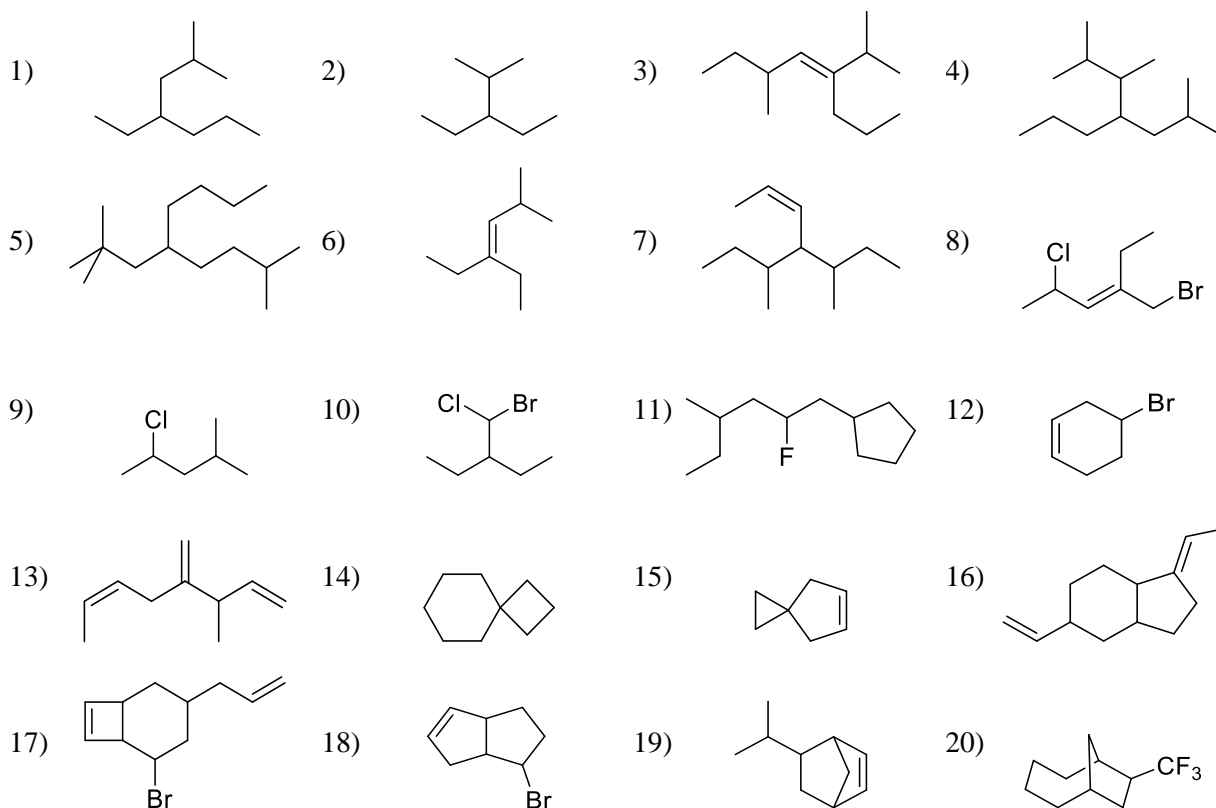
Określ hybrydyzacje oraz rzędowość atomów węgla w narysowanych strukturach.

- |                |               |                 |                 |
|----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| 1) $C_4H_{10}$ | 2) $C_4H_8$   | 3) $C_5H_9Br$   | 4) $C_6H_{12}$  |
| 5) $C_5H_8$    | 6) $C_4H_9Br$ | 7) $C_4H_{10}O$ | 8) $C_6H_{12}O$ |

**Zadanie II.** Określ, które izomery geometryczne (*cis-trans*, *E-Z*) przedstawiono poniżej.



**Zadanie III.** Podaj nazwy poniższych związków zgodnie z nomenklaturą IUPAC.



Pomocnicze materiały - Lista 1

**Nomenklatura węglowodorów:**

**Nazewnictwo węglowodorów nasyconych acyklicznych i cyklicznych:**

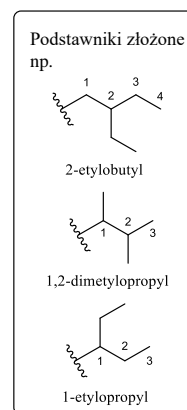
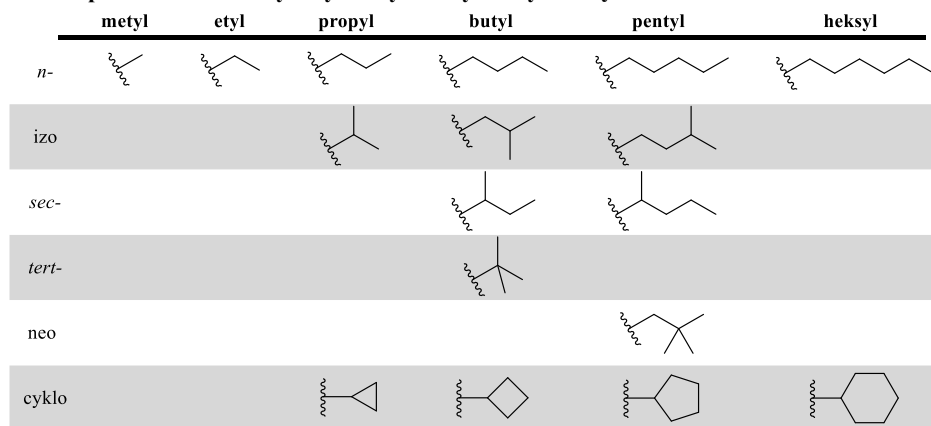
1. Najdłuższy łańcuch węglowy stanowi rdzeń nazwy alkanu, natomiast odgałęzienia traktowane są jako łańcuchy boczne.
2. Numerację atomów węgla rozpoczyna się od jednego z końców łańcucha głównego węglowodoru, przy którym wcześniej pojawia się podstawnik. Numeracja powinna zostać tak dobrana aby suma lokantów była najniższa.
3. Nazwy podstawników umieszcza się przed nazwą łańcucha głównego. Rozgałęzienia nazywa się jako pochodne alkanów (grupy alkilowe).
4. Podstawniki wymienia się w kolejności alfabetycznej. Przed nazwą umieszcza się numer atomu węgla, przy którym się on znajduje.
5. Przed nazwą powtarzających się podstawników prostych dodaje się mnożniki: di, tri, tetra, penta lub bis, tris, tetrakis w przypadku podstawników złożonych.
6. Całą nazwę zapisuje się w postaci jednego słowa. Do oddzielenia przedrostków używa się łącznika (-), natomiast do rozdzielenia lokantów używa się przecinka (,).
7. W przypadkach kiedy jest to możliwe należy uwzględnić w nazwie typ izomeru (*E/Z* lub *trans/cis*) oraz konfigurację absolutną.

Wzór	Nazwa
CH <sub>4</sub>	metan
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	etan
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	propan
C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	butan
C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	pentan
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	heksan
C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	heptan
C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	oktan
C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	nonan
C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	dekan
C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>	undekan
C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	dodekan
C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>	tridekan
C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	tetradekan
C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	pentadekan
C <sub>16</sub> H <sub>34</sub>	heksadekan
C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	heptadekan
C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	oktadekan
C <sub>19</sub> H <sub>40</sub>	nonadekan
C <sub>20</sub> H <sub>42</sub>	eikozan

Uwaga

- Jeśli można znaleźć łańcuchy o identycznej długości należy wybrać ten z największą liczbą rozgałęzień.
- Jeśli podstawniki i/lub rozgałęzienia mogą mieć takie same lokanty bez względu na kierunek numeracji, wówczas należy rozpocząć numerację od tego, który jest pierwszy w porządku alfabetycznym.
- Przedrostki *iso*, *neo* oraz *cyklo* uwzględniamy podczas ustalenia kolejności alfabetycznej podstawnika. Natomiast przedrostki *n-*, *sec-*, *tert-* oraz *bis*, *tris*, *tetrakis* nie są brane pod uwagę.
- W przypadku podstawników złożonych, o kolejności alfabetycznej decyduje zawsze pierwsza litera nazwy złożonej (np.: litera „d” w 2,3-dimetylocyklopentyl).
- Nazwę związku nasyconego monocyklicznego tworzy się przez dodanie do nazwy węglowodoru nasyconego acyklicznego o identycznej liczbie atomów węgla przedrostka "cyklo".
- Ugrupowanie cykliczne nie musi stanowić rdzenia nazwy. W pierwszej kolejności należy kierować się ilością podstawników w jednostce strukturalnej oraz ilością atomów węgla w łańcuchach.
- W złożonej nazwie podstawnika atom połączony z rdzeniem oznacza się lokantem numer 1.
- Podstawniki fluorowcowe i fluorowcopolochodne traktujemy tak jak alkilowe i wymieniamy alfabetycznie (np. 2,2-dibromo..., 2-bromo-1-chloro..., bromometylo...).

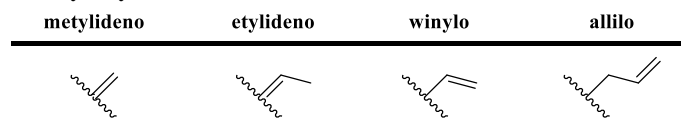
**Nazewnictwo podstawników nasyconych acyklicznych i cyklicznych:**



**Nazewnictwo węglowodorów nienasyconych:**

1. Za podstawę nazwy przyjmuje się nazwę odpowiedniego alkanu zawierającego taką samą liczbę atomów węgla. W przypadku jednego wiązania podwójnego dodaje się końcówkę *-en* a w przypadku jednego wiązania potrójnego końcówkę *-yn* (*-in*). W przypadku wystąpienia większej ilości wiązań dodaje się mnożniki: di, tri, tetra, penta (np. buta-1,3-**dien**, penta-1,4-**diyn**).
2. Położenie wiązania wielokrotnego określa się za pomocą niższego z dwóch lokantów atomów tworzących wiązanie. Kierunek numeracji powinien zostać wybrany tak, aby lokanty miały najniższą wartość.
3. W przypadku wystąpienia rozgałęzienia za podstawę nazwy przyjmuje się najdłuższy łańcuch zawierający najwięcej wiązań wielokrotnych.

Nazewnictwo podstawników nienasyconych:

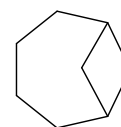


Nazewnictwo węglowodorów policyklicznych:

Węglowodory bicykliczne:

Nazwy nasyconych węglowodorów bicyklicznych tworzy się przez dodanie przedrostka **bicyklo** do nazwy węglowodoru acyklicznego o takiej samej liczbie atomów węgla. W nazwie należy wskazać liczbę atomów węgla w każdym łańcuchu, które łączą dwa mostkowe atomy węgla, liczby te podaje się w nawiasach kwadratowych w sekwencji malejącej i oddziela kropkami.

- Numerację atomów węgla zaczyna się od jednego z atomów mostkowych i prowadzi wzdłuż najdłuższego łańcucha do drugiego atomu mostkowego, następnie numeruje się atomy w kolejnym dłuższym łańcuchu i na końcu – atomy węgla w najkrótszym łańcuchu (brak atomów węgla w najkrótszym łańcuchu zaznacza się liczbą „zero”).
- Obecność wiązań podwójnych lub podstawników w pierścieniach oznacza się zgodnie z powyższą regułą - jeśli jest możliwy wybór, lokanty powinny mieć najniższą wartość.

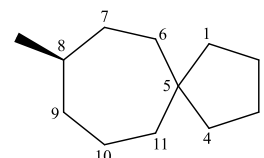


bicyklo[4.1.1]oktan

Węglowodory monospiranowe:

Nazwy nasyconych węglowodorów monospiranowych tworzy się przez dodanie przedrostka **spiro** do nazwy węglowodoru acyklicznego o takiej samej liczbie atomów węgla. Atom węgla będący wspólną częścią obu pierścieni nazywa się atomem „spiro”.

- Numerację atomów węgla zaczyna się od atomu sąsiadującego z atomem "spiro" w mniejszym pierścieniu i prowadzi kolejno poprzez atomy mniejszego pierścienia, atom "spiro", a następnie atomy większego pierścienia.
- Obecność wiązań podwójnych lub podstawników w pierścieniach oznacza się zgodnie z powyższą regułą - jeśli jest możliwy wybór, lokanty powinny mieć najniższą wartość.



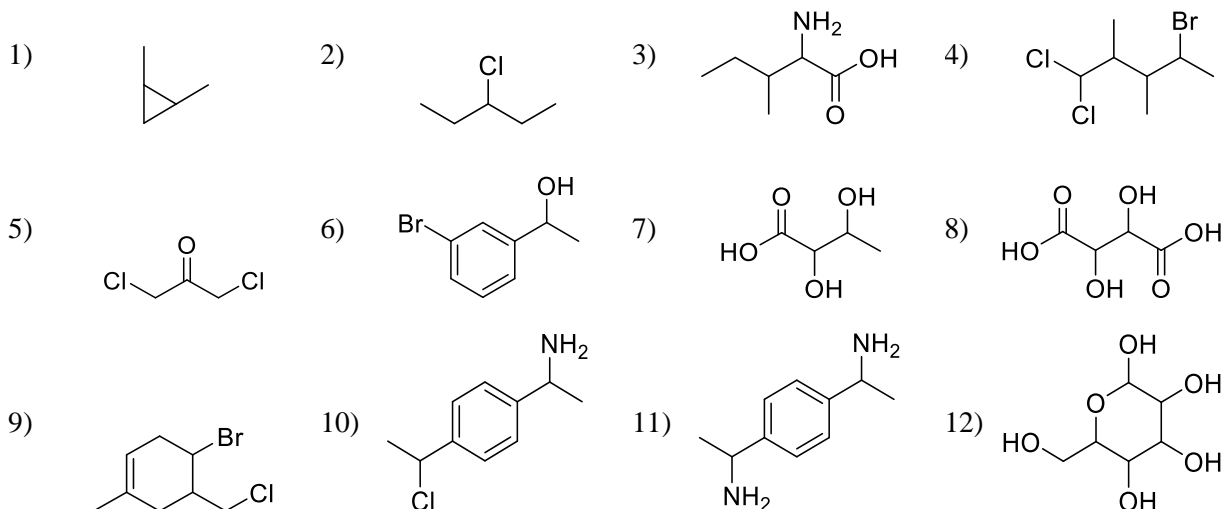
(R)-8-metylospiro[4.6]undekan

Grupy funkcyjne oraz ich szereg pierwszeństwa:

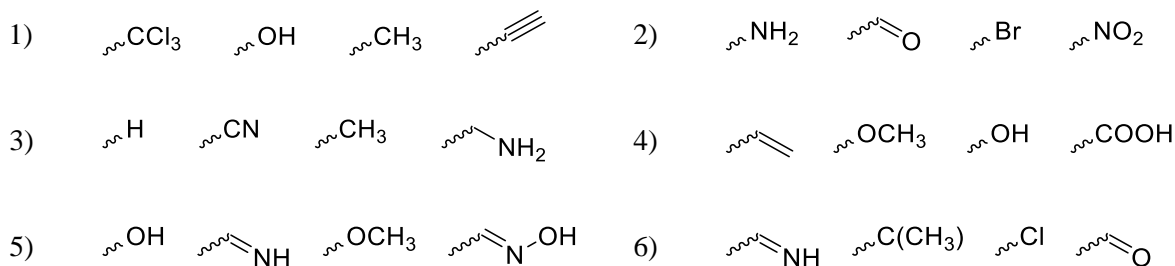
	Klasa związków	Przykłady nazwy		Klasa związków	Przykład nazwy
1.	<b>R<sub>4</sub>N<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup></b> związek oniowy	 chlorek tetrametyloamoniowy	11.	<b>Aldehyd</b>	 propanal      benzaldehyd
2.	<b>RCOO<sup>-</sup>Na<sup>+</sup></b> Sól kwasu	 butanian sodu	12.	<b>Keton</b>	 cykloheksanon      pentan-2-on
3.	<b>RCOOH</b> Kwas karboksylowy	 kwas octowy      kwas cyklobutanokarboksylowy	13.	<b>Alkohol</b>	 butan-1-ol      fenol
4.	<b>Bezwodnik kwasowy</b>	 bezwodnik octowy	14.	<b>Amina</b>	 benzylamina      1-(N-metyloamino)propan
5.	<b>RCOOR'</b> Ester	 propanian metylu	15.	<b>Eter</b>	 eter fenylowo-metylowy      eter dietylowy
6.	<b>RCOX</b> Halogenki kwasowe	 fluorek benzoylu	16.	<b>Związek nitrowy</b>	 1-nitropropan      nitrobenzen
7.	<b>RCONH<sub>2</sub></b> Amid	 amid kwasu octowego      amid kwasu benzoowego (benzamid)	17.	<b>Halogenek</b> (F > Cl > Br > J)	 2-bromopropan      fluorobenzen
8.	<b>Nitryl</b>	 nitryl kwasu propanowego      nitryl kwasu benzoowego (benzonitryl)	18.	<b>Węglowodór</b>	 cyklopentan      metylobenzen

Lista 2.

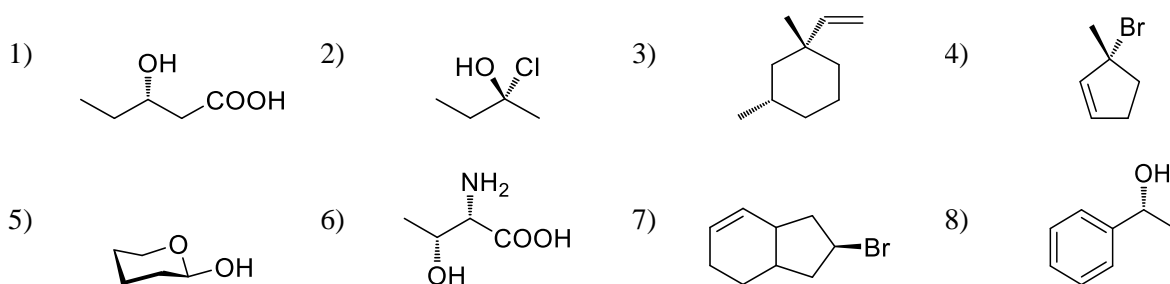
**Zadanie I.** Wskaż, które z poniższych związków posiadają stereogeniczne atomy węgla oraz określ liczbę możliwych stereoisomerów.



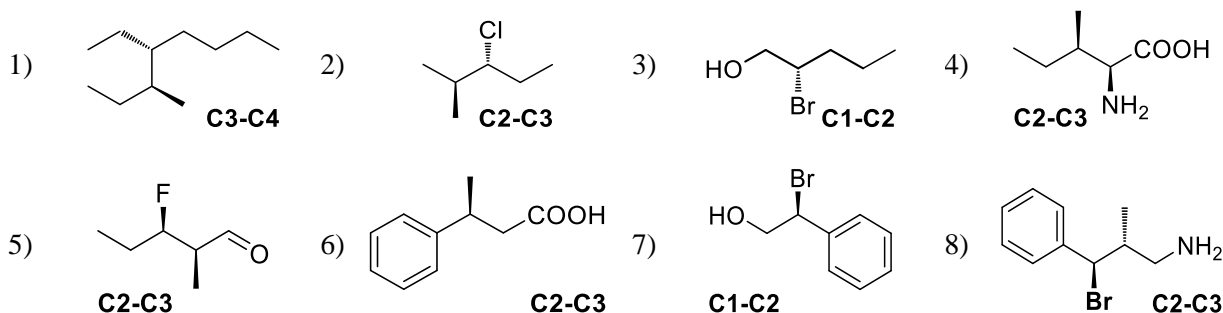
**Zadanie II.** Uszereguj podstawniki zgodnie z regułą pierwszeństwa Cahna-Ingolda-Preloga.



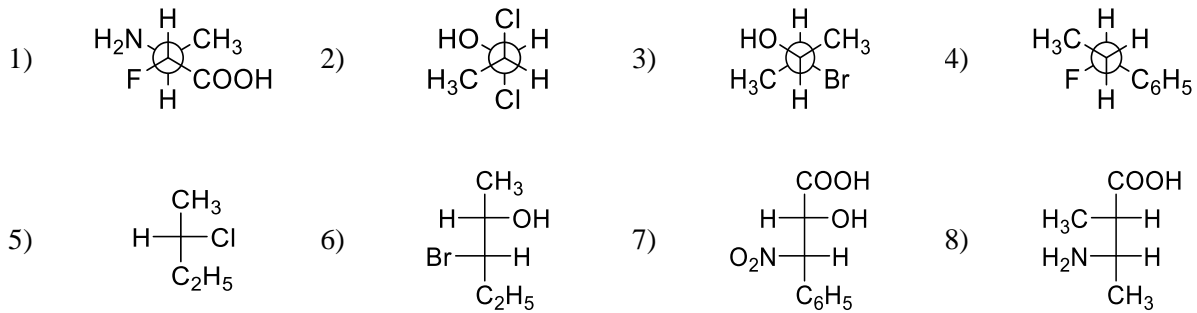
**Zadanie III.** Określ konfigurację absolutną podanych stereoisomerów.



**Zadanie IV.** Narysuj podany związek w projekcji Fischera oraz dowolną konformację odsłoniętą w projekcji Newmana względem osi podanego wiązania. Określ konfiguracje absolutne stereogenicznych atomów węgla. Narysuj enancjomer oraz diastereoizomery podanych związków (o ile to możliwe).



**Zadanie V.** Naskicuj wzór perspektywiczny podanych związków chemicznych na podstawie ich projekcji Newmana lub Fishera oraz określ konfiguracje absolutne stereogenicznych atomów węgla.



**Zadanie VI.** Narysuj produkty substytucji ( $S_N1$ ,  $S_N2$ ) oraz eliminacji ( $E1$ ,  $E2$ ) poniższych bromoalkanów zachodzące zgodnie z podanymi mechanizmami.

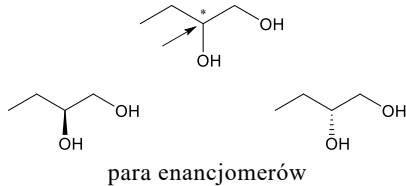
- 1) (2*R*,3*R*)-2-bromo-3-metylopentan
- 2) (1*S*,3*R*)-1-bromo-3-metylocykloheksan

### Pomocnicze materiały - Lista 2

#### Stereogeniczny atom węgla

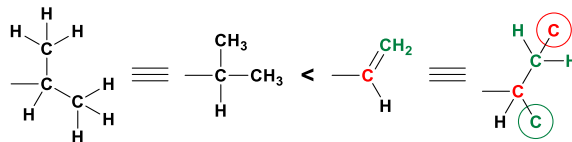
Atom węgla o hybrydyzacji  $sp^3$  połączony z czterema różnymi podstawnikami.

Np.



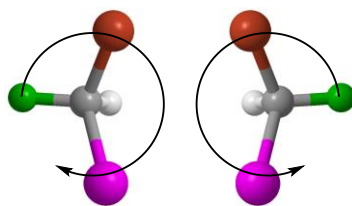
#### Reguła pierwszeństwa podstawników

Ustalając pierwszeństwo podstawników pod uwagę bierze się masę atomową pierwiastka połączonego z asymetrycznym atomem węgla, a nie całość masy podstawnika. Wiązania wielokrotne przeważają nad taką samą liczbą wiązań pojedynczych, np.:



#### Reguła Cahn, Ingolda i Preloga

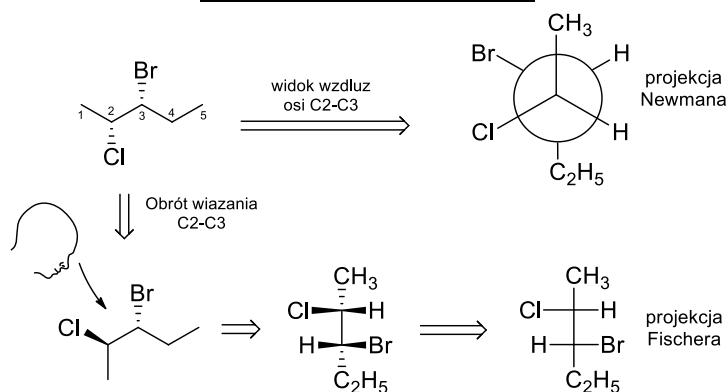
Podstawniki porządkujemy od najcięższego do najlżejszego (1, 2, 3, 4). Następnie patrząc wzdłuż linii C-4 (od strony C, atom najlżejszy „z tyłu”) określamy kierunek obrotu pozostałych podstawników (1, 2, 3) – zgodny (R) lub przeciwny (S) do ruchów wskazówek zegara.



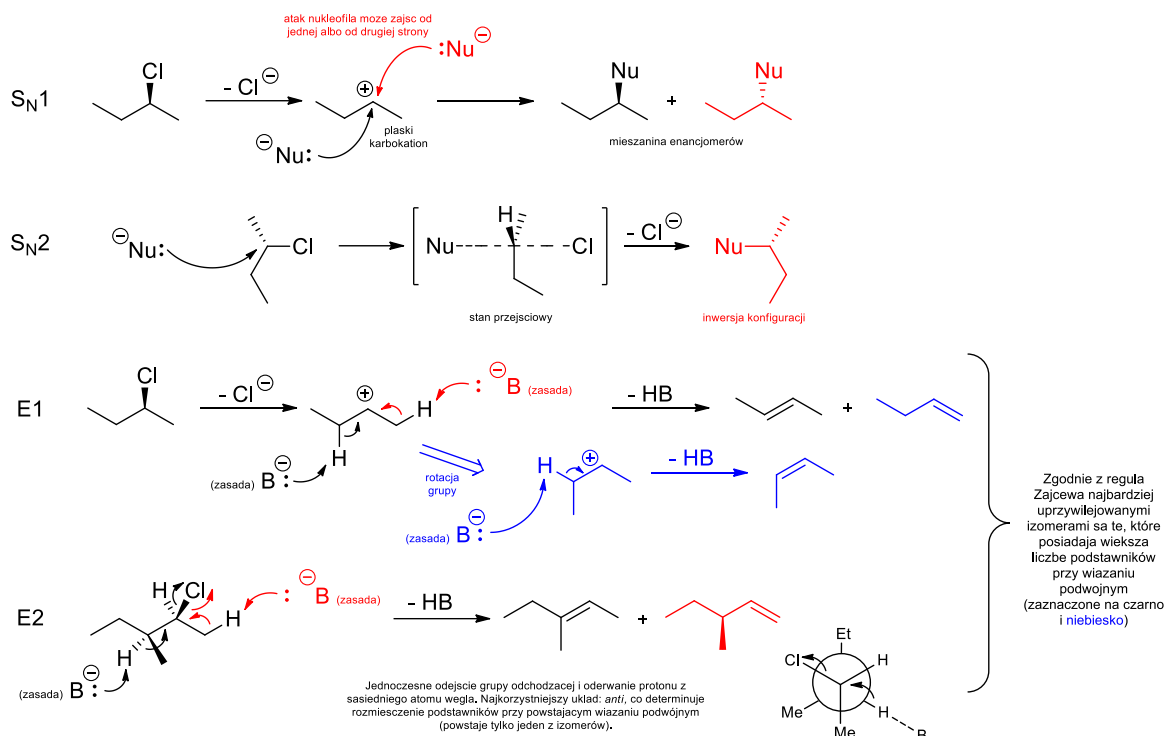
W projekcji Fischera można oznaczyć konfigurację na płaszczyźnie umieszczając najlżejszą grupę na osi pionowej. Dozwolone są operacje niezmiennicze konfiguracji, np. podwójna zamiana podstawników, np.:



#### Projekcja Newmana i Fischera

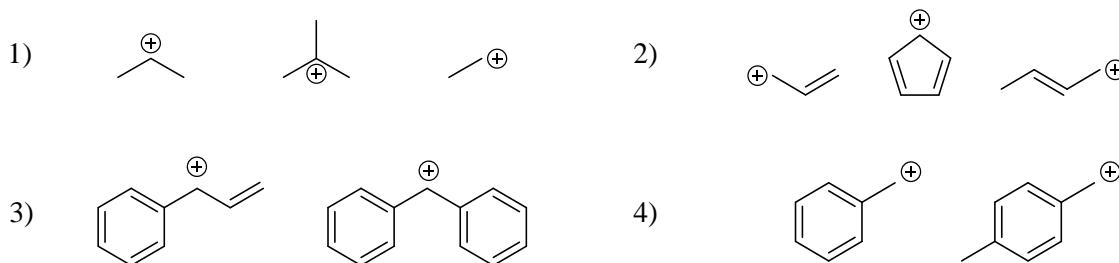


**Mechanizmy substytucji nukleofilowej i eliminacji**

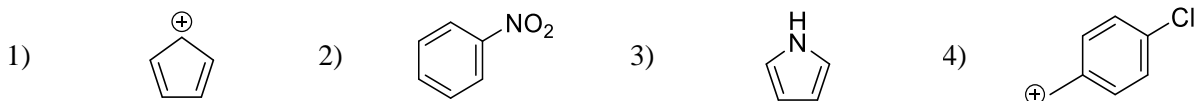


**Lista 3.**

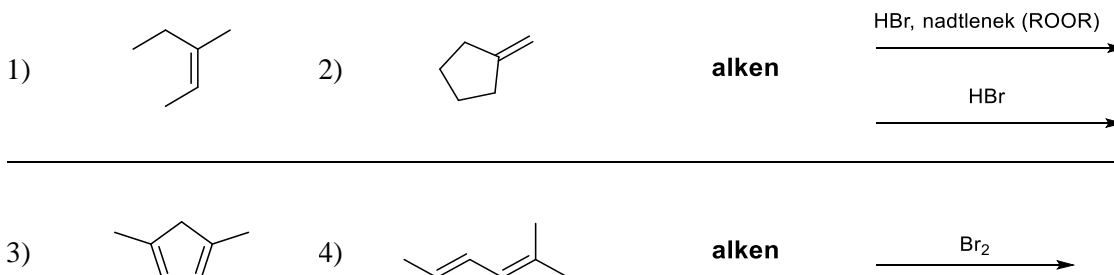
**Zadanie I. Porównaj trwałość karbokationów.**



**Zadanie II. Narysuj struktury rezonansowe poniższych struktur.**

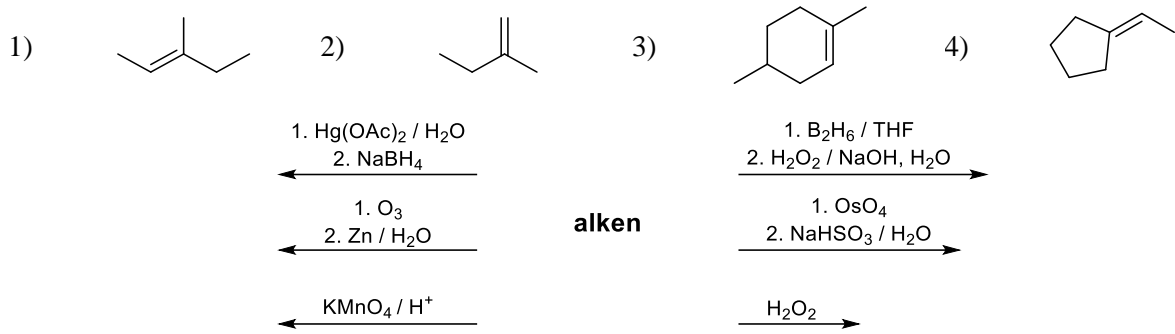


**Zadanie III. Narysuj produkty addycji bromowodoru lub bromu do następujących alkenów.**

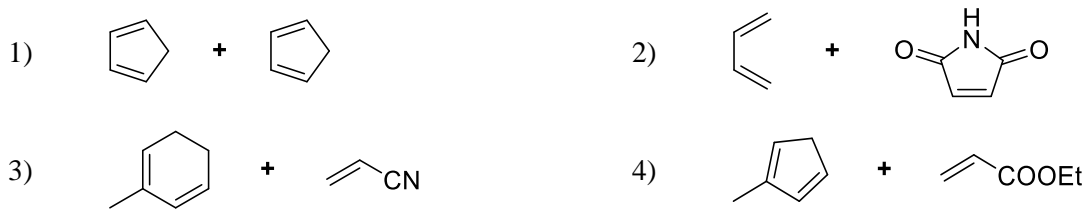




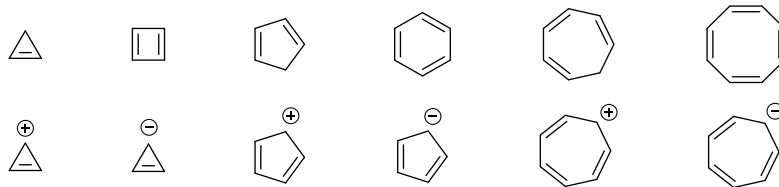
**Zadanie IV.** Narysuj produkty, które powstaną w wyniku poniższych reakcji z podanego alkenu.



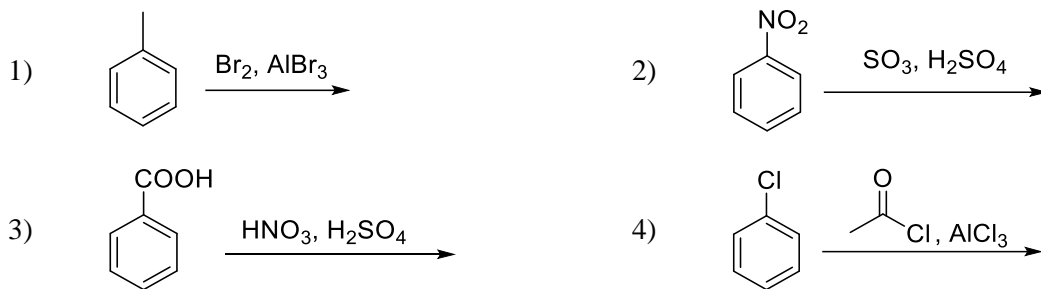
**Zadanie V.** Narysuj produkt reakcji Dielsa-Aldera (cykloaddycji [4+2]).



**Zadanie VI.** Wyjaśnij, który z przedstawionych związków jest aromatyczny, antyaromatyczny i niearomatyczny.



**Zadanie VII.** Narysuj produkt/produkty substytucji elektrofilowej. Omów wpływ skierowujący podstawnika.



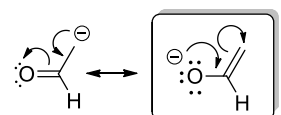
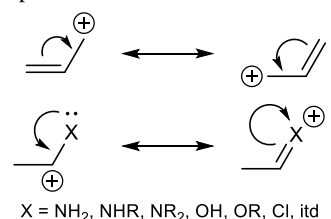
### Pomocnicze materiały - Lista 3

#### Zasady rysowania struktur rezonansowych

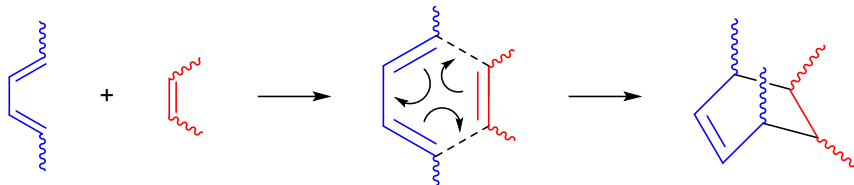
- Strzałki zawsze reprezentują ruch elektronów, a nie atomów! (wszystkie formy kanoniczne muszą być strukturami Lewisa, pozycje atomów nie zmieniają się).
- Wszystkie atomy uczestniczące w rezonansie muszą leżeć w płaszczyźnie lub prawie w płaszczyźnie → maksymalne nakładanie się orbitali p.
- Wszystkie formy kanoniczne muszą mieć taką samą liczbę niesparowanych elektronów.
- - Ruch elektronów przebiega w kierunku bardziej elektroujemnych atomów lub ładunków dodatnich.

**Stabilność struktur rezonansowych** - struktury z większą liczbą wiązań kowalencyjnych są bardziej stabilne niż te z mniejszą liczbą. Struktury z rozdzielonymi ładunkami są mniej stabilne. Struktury z ładunkiem ujemnym na bardziej elektroujemnym atomie są bardziej stabilne.

Np.



**Mechanizm reakcji Dielsa-Aldera:** reakcja przebiega synchronicznie przez cykliczny stan przejściowy

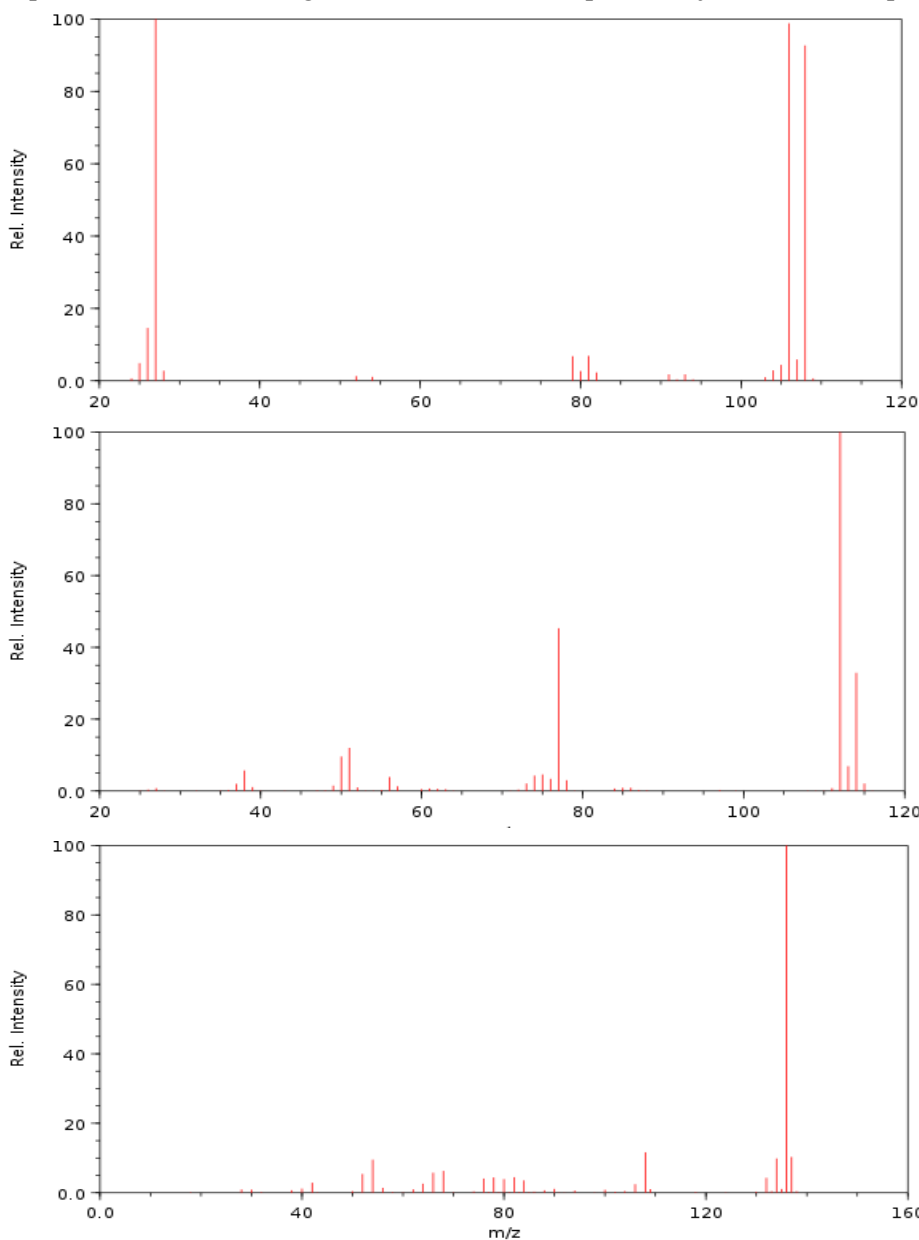


**Kryteria aromaticzności:**

- geometryczne: pierścieniowa, płaska struktura, uśrednione długości wiązań,
- elektronowe: układ sprzężony obejmujący cały pierścień, liczba elektronów pi:  $4n+2$ , sparowane obsadzenie orbitali wiążących,
- chemiczne: bierność w reakcji addycji, uleganie substytucji elektrofilowej,
- magnetyczne: prąd pierścieniowy, przesunięcie chemiczne NMR.

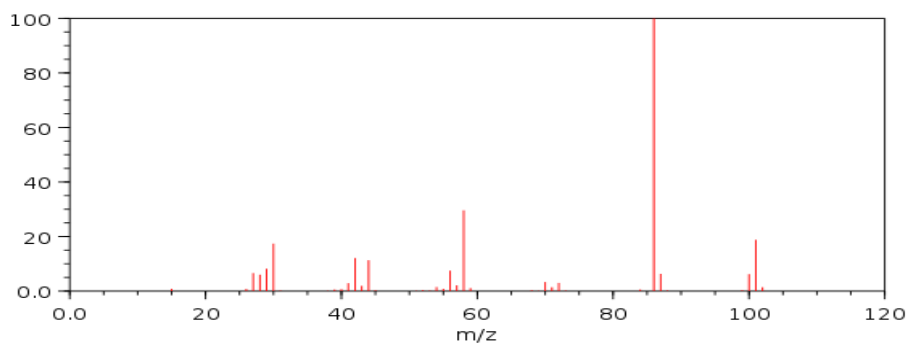
**Lista 4.**

**Zadanie I.** Na podstawie analizy pasma molekularnego zdecyduj, które widmo masowe odpowiada cząsteczce węglowodoru, które chloropochodnej, a które bromopochodnej.



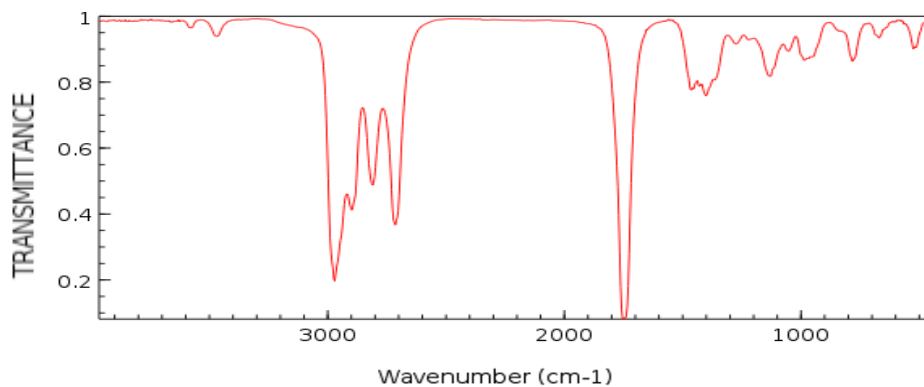
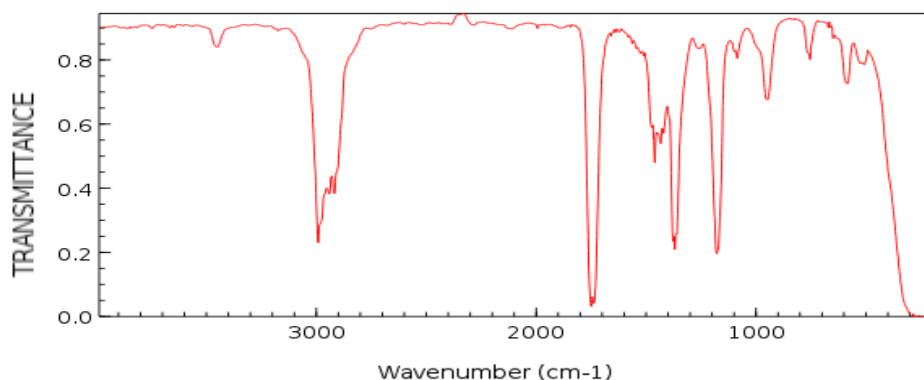
**Zadanie II.** Narysuj struktury jonów fragmentarycznych o masie cząsteczkowej 91, 65, 51 oraz 39. W wyniku rozpadu jakich związków mogą one powstawać?

**Zadanie III.** Na podstawie widma MS trietyloaminy zaproponuj ścieżki fragmentacji tego związku. Podaj formalny opis widma.

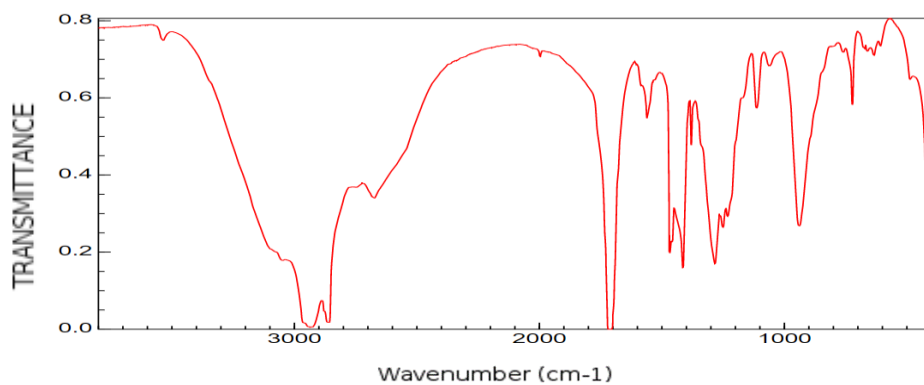


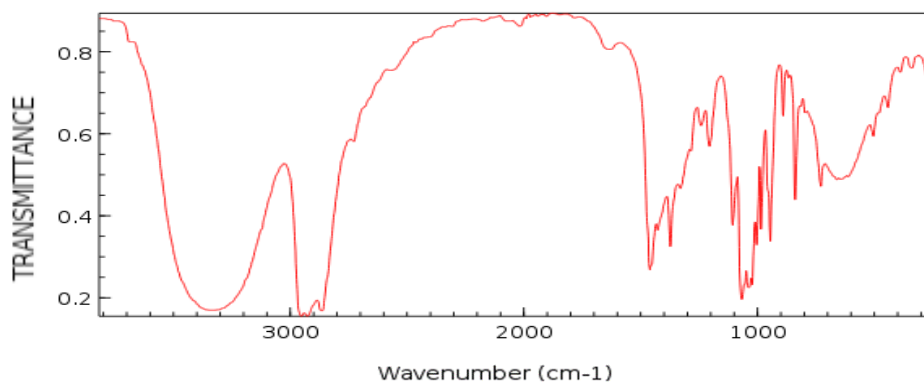
**Zadanie IV.** Rozróżnij widma w podczerwieni. Podaj formalny opis widm.

- keton i aldehyd

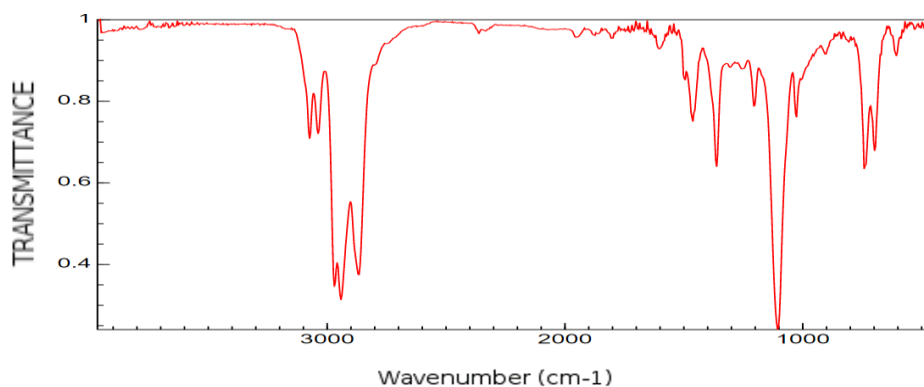
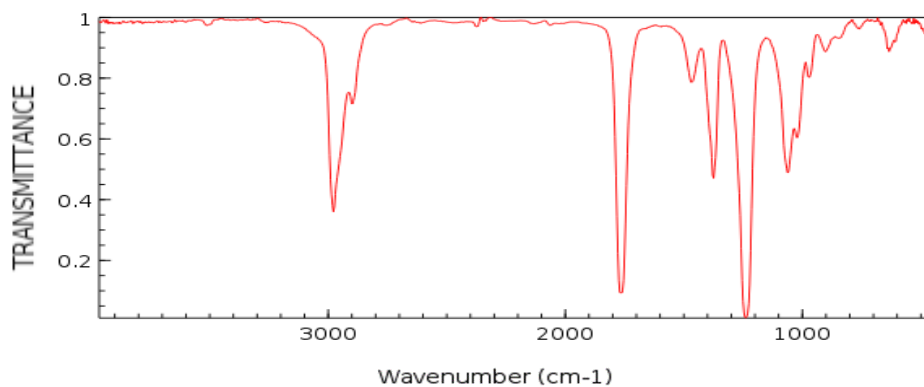


- alkohol i kwas karboksylowy





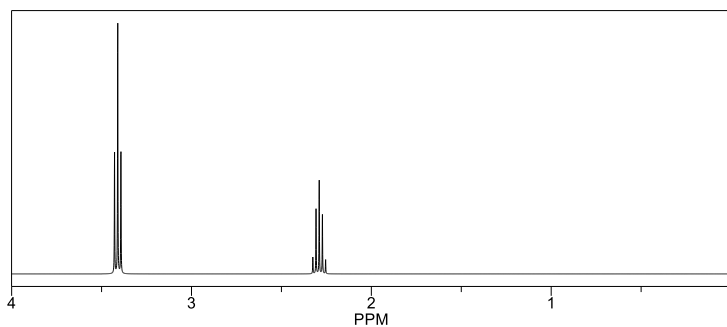
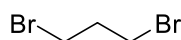
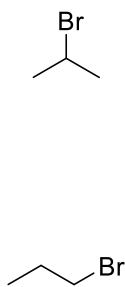
- ester i eter

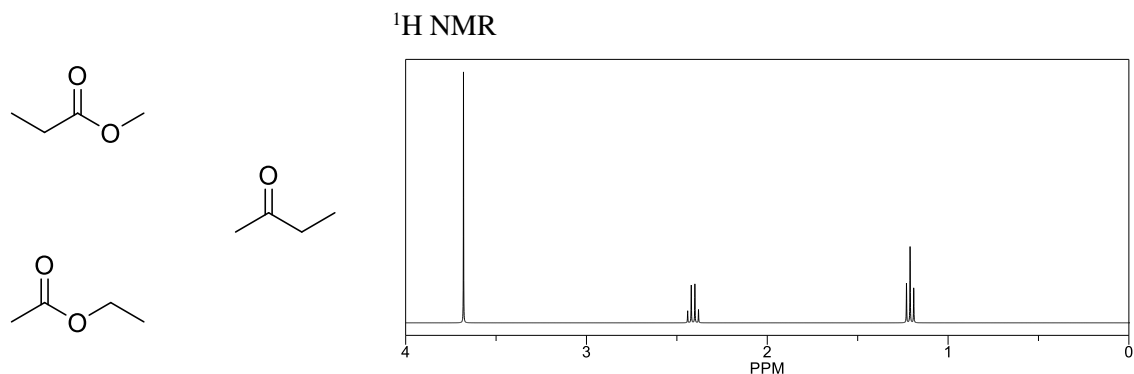
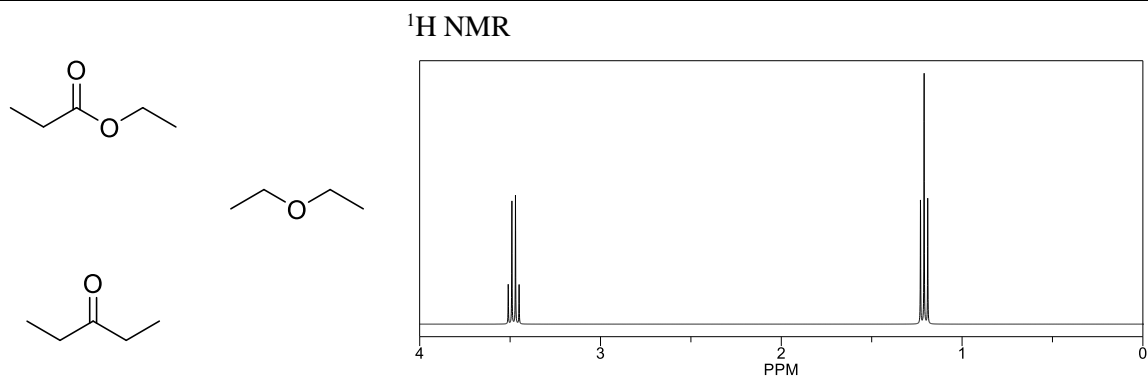
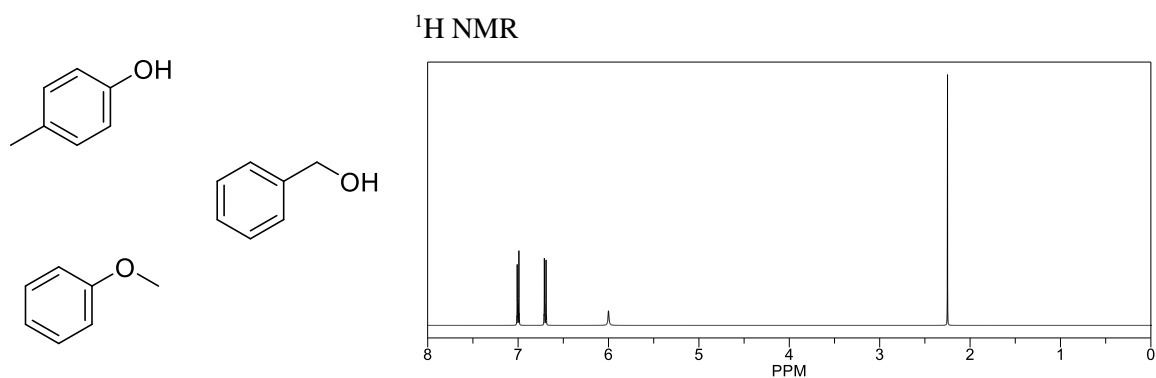


**Zadanie V.** Ile sygnałów na widmie  $^1\text{H}$  NMR wykazuje każdy ze związków o wzorze ogólnym  $\text{Cl}-(\text{CH}_2)_n-\text{Cl}$ , gdzie  $n = 1 - 5$ .

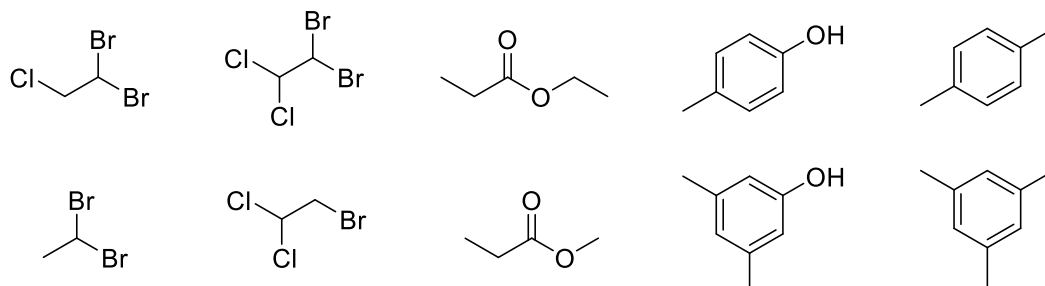
**Zadanie VI.** Określ multipletowość każdego z sygnałów na poniższych widmach  $^1\text{H}$  NMR. Widmo którego ze związków przedstawiono. Podaj formalny opis widm, przyjmując stałą sprzężenia  $J = 7,2$  Hz.

$^1\text{H}$  NMR





**Zadanie VII.** Określ multipletowość sygnałów <sup>1</sup>H NMR wszystkich grup protonów w podanych cząsteczkach. Naszkicuj przybliżony przebieg widm, zachowując integrację oraz uwzględniając efekty odsłaniające/przesłaniające.



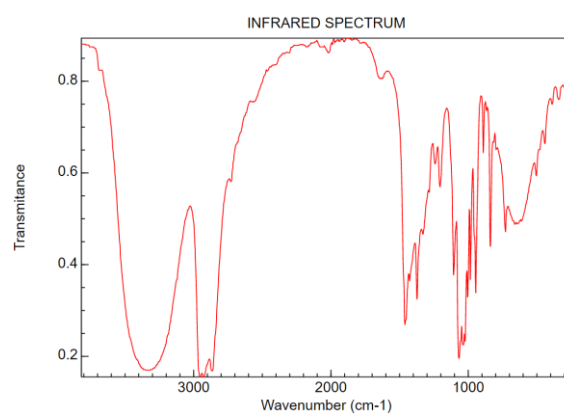
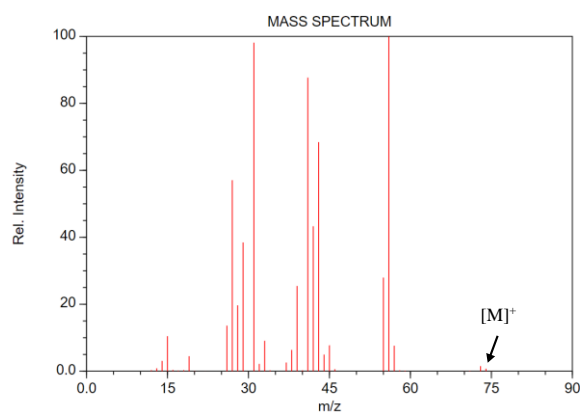
Pomocnicze materiały - Metody spektroskopowe

Patrz skrypt Analiza Jakościowa Związków Organicznych, str. 49-66.

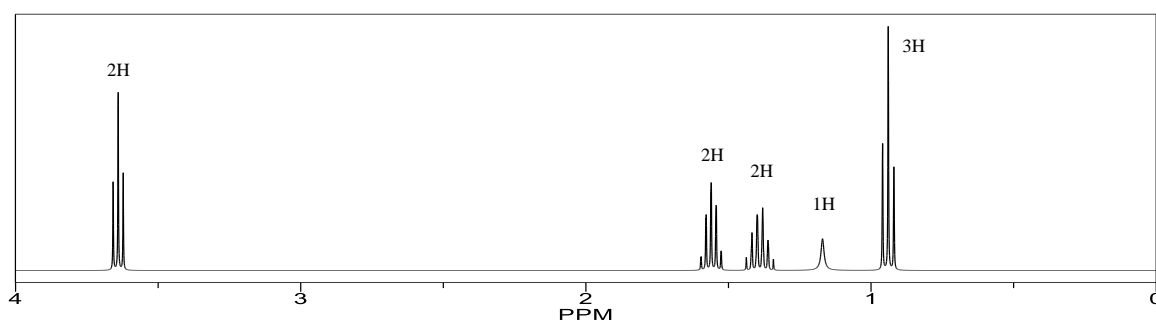
Lista 5.

**Zadanie I.** Zidentyfikj związek na podstawie załączonych widm MS, IR oraz  $^1\text{H}$  NMR. Opisz wszystkie widma, przyjmując stałą sprzężenia  $J = 7,0$  Hz dla trypletów na widmie  $^1\text{H}$  NMR.

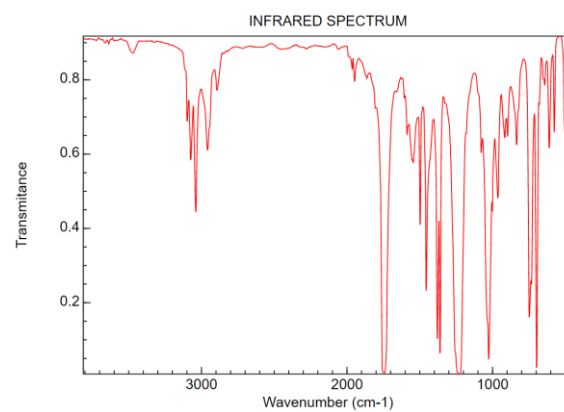
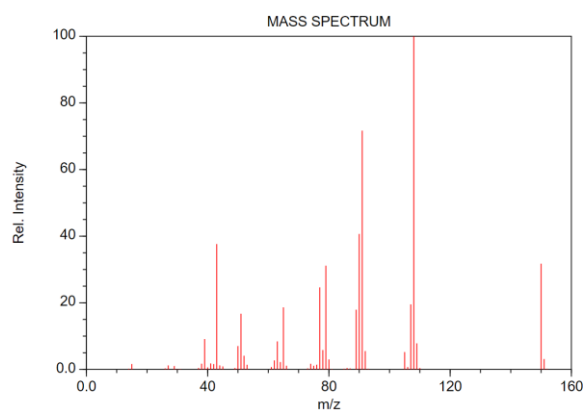
1)



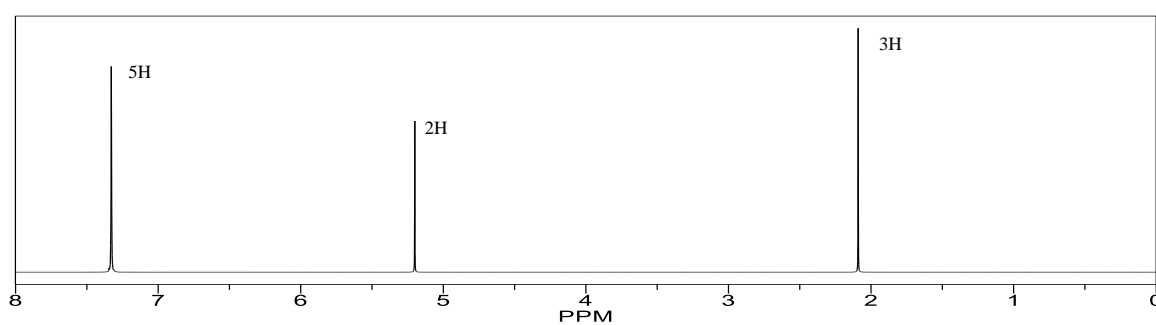
$^1\text{H}$  NMR



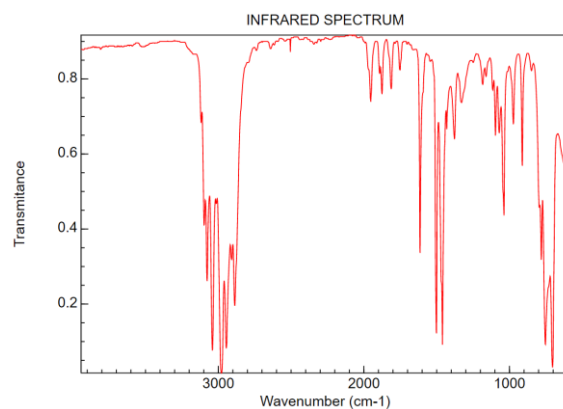
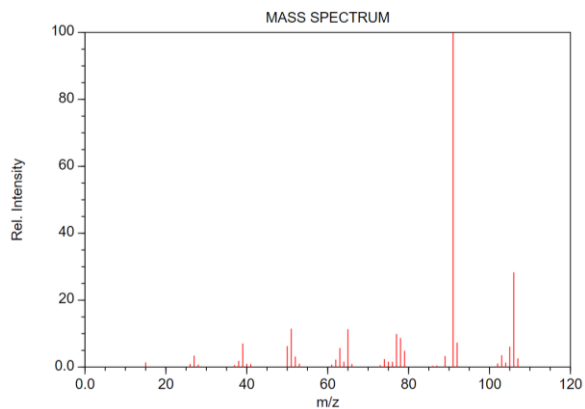
2)



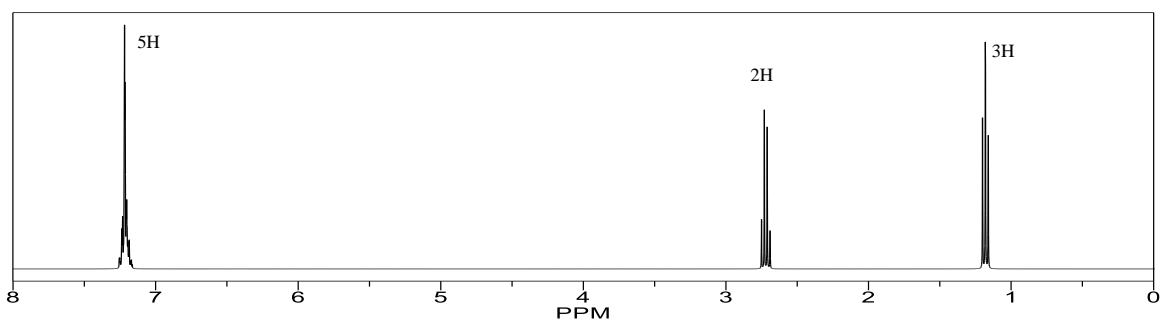
$^1\text{H}$  NMR



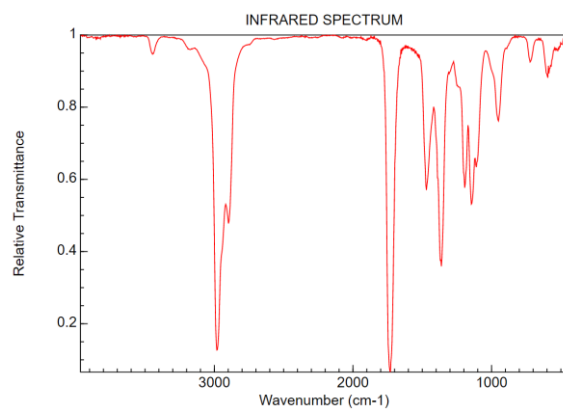
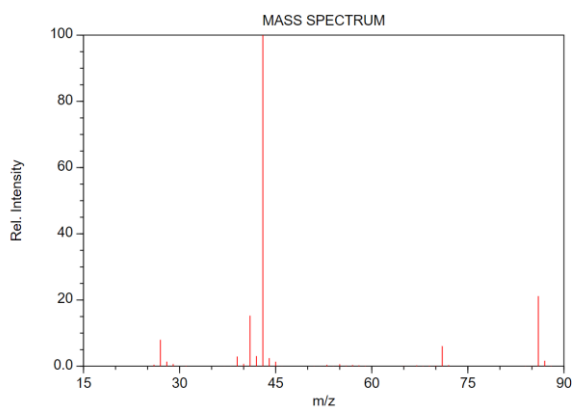
3)



<sup>1</sup>H NMR



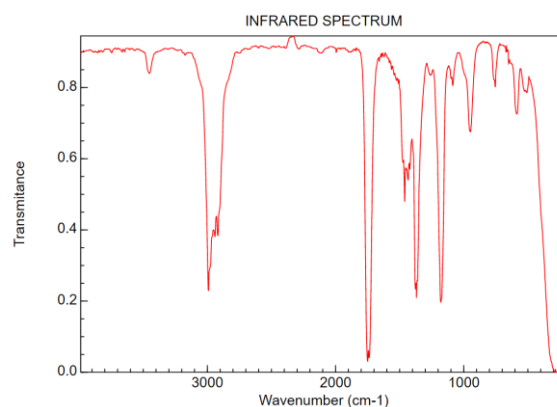
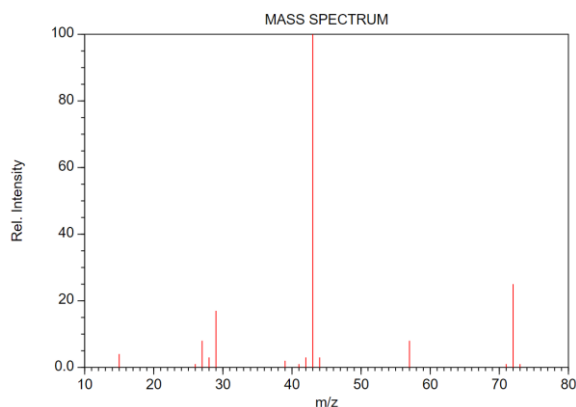
4)



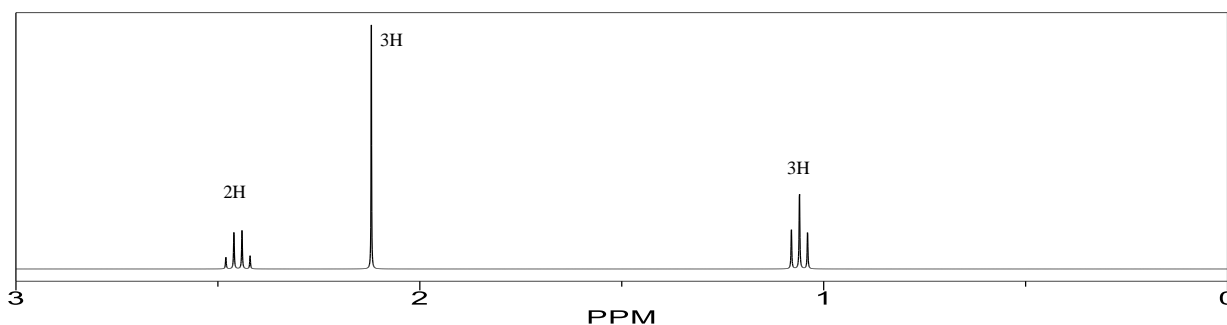
<sup>1</sup>H NMR



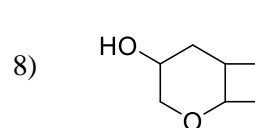
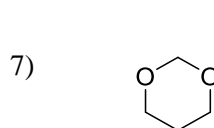
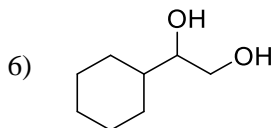
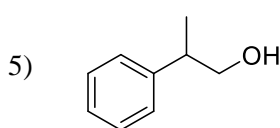
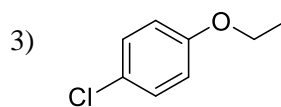
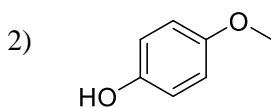
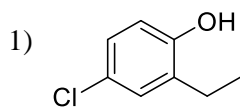
5)



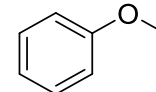
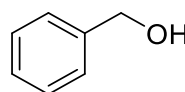
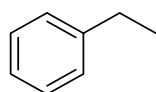
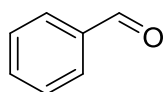
<sup>1</sup>H NMR



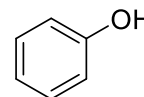
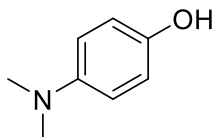
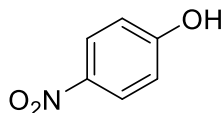
**Zadanie II.** Podaj nazwy poniższych związków zgodnie z nomenklaturą IUPAC.



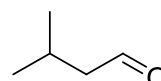
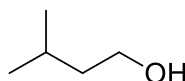
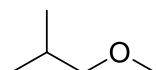
**Zadanie III.** Który ze związków nie rozpuszcza się w stężonym kwasie siarkowym?



**Zadanie IV.** Uszereguj fenole według rosnącej kwasowości grupy hydroksylowej.

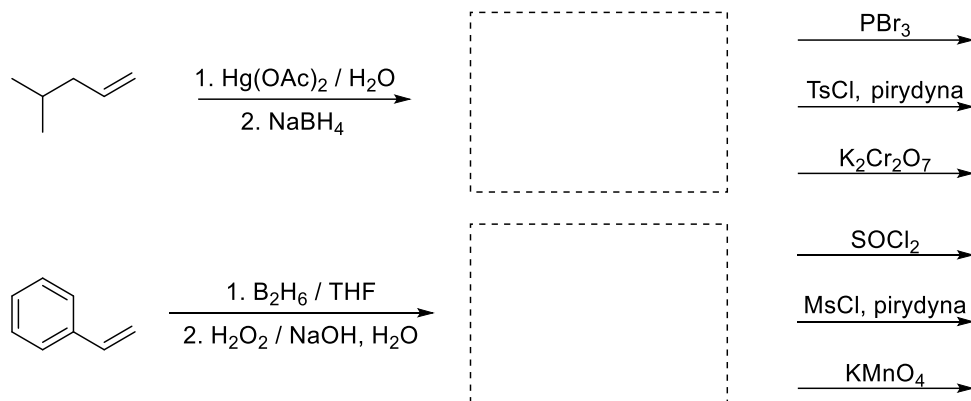


**Zadanie V.** Spośród przedstawionych związków wybierz ten o najwyższej i najniższej temperaturze wrzenia oraz polarności (momencie dipolowym).





**Zadanie VI.** Narysuj alkohol powstający z poniższego alkenu oraz produkty jego dalszych przemian.

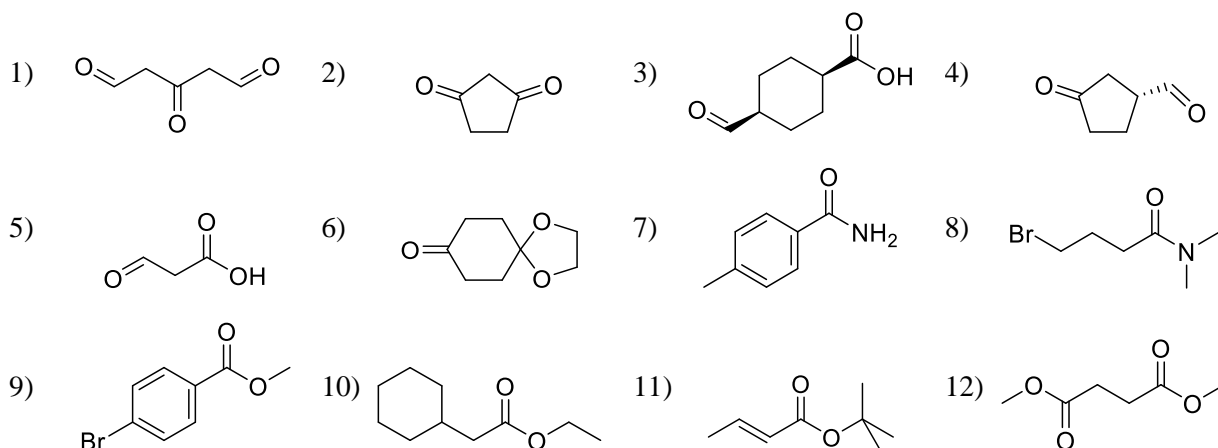


**Zadanie VII.** Zaproponuj sposób otrzymania eteru di-*n*-propylowego z alkoholu *n*-propylowego.

**Lista 6.**

**Zadanie I.** Narysuj struktury rezonansowe aldehydu benzoowego, aniliny, fenolu oraz nitrobenzenu. Na ich podstawie określ wpływ (aktywujący/dezaktywujący) podstawnika i kierunek podstawienia elektrofilowego.

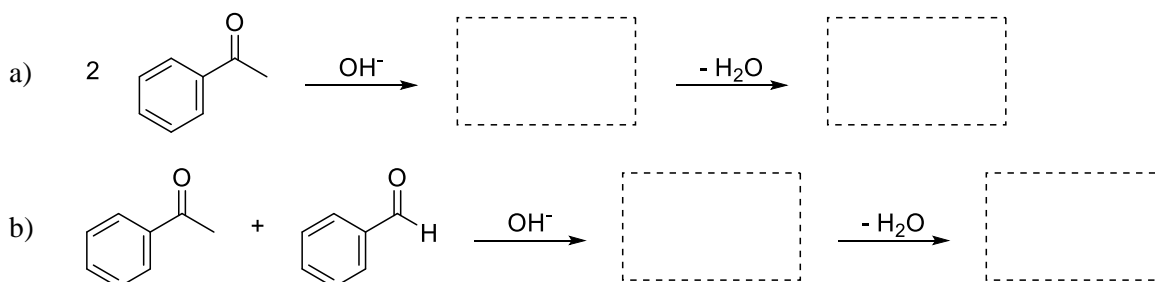
**Zadanie II.** Podaj nazwy poniższych związków zgodnie z nomenklaturą IUPAC.

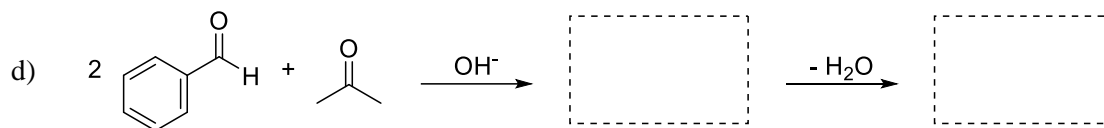
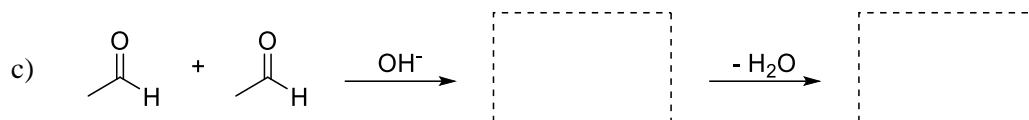


**Zadanie III.** Narysuj następujące związki chemiczne:

- a) (*S*)-2-hydroksypropanal,                      b) (*1R,3S*)-3-metylocyklopentanokarbalddehyd,  
 c) 2-metyloprop-2-enian metylu,                d) kwas (*1S,3R*)-3-chlorocykloheksanokarboksylowy,  
 e) kwas (*3S,4S*)-8-oksabicyklo[4.3.0]nonano-3,4-dikarboksylowy.

**Zadanie IV.** Narysuj produkt kondensacji aldolowej następujących reagentów, a także następczej eliminacji wody w obecności mocnej zasady.



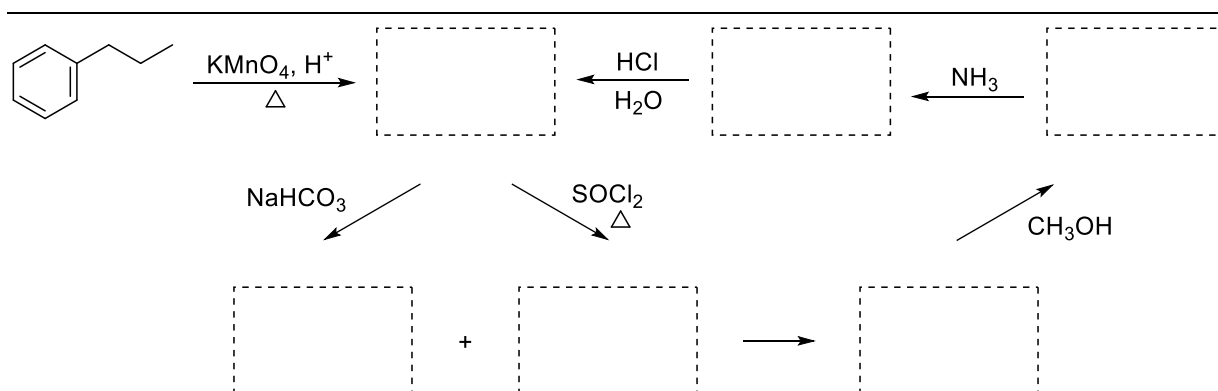
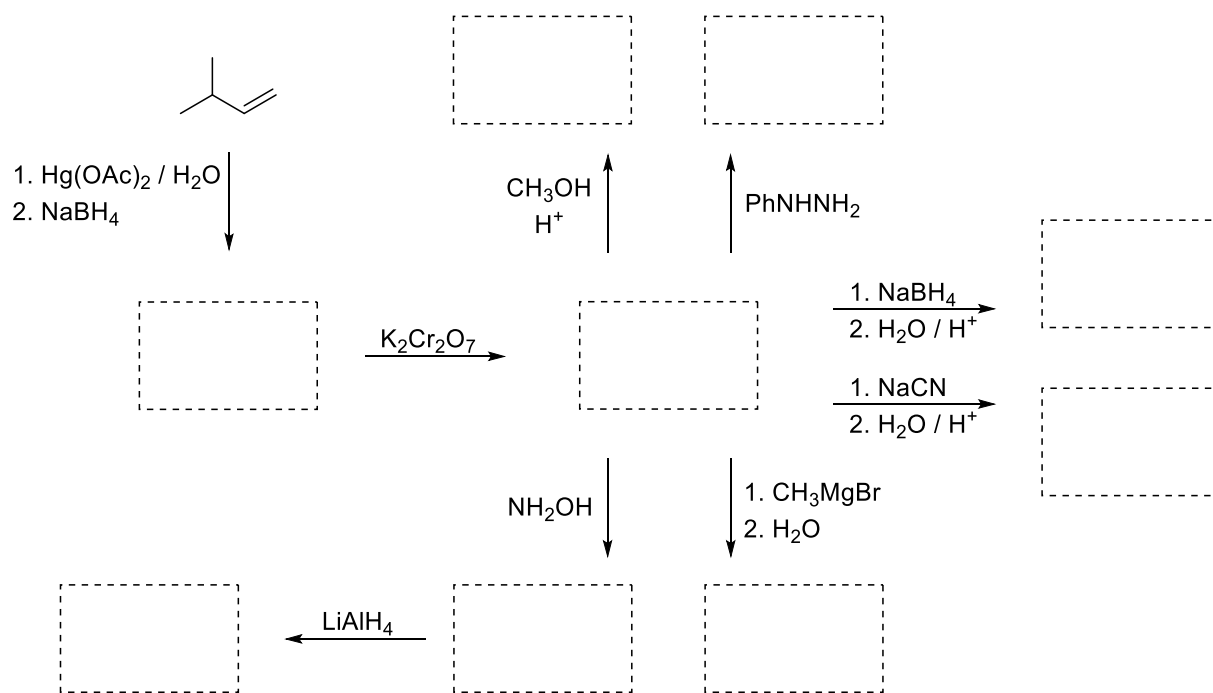


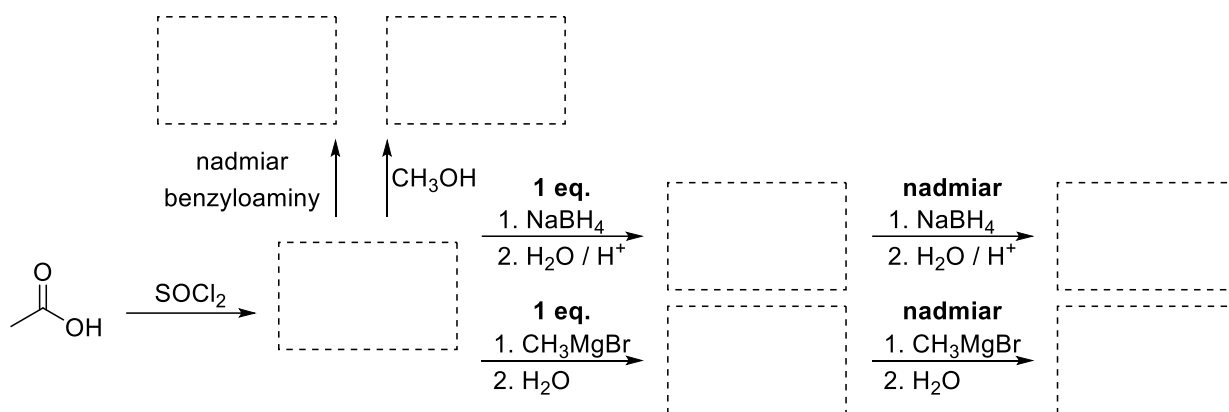
**Zadanie V.** Podaj trzy różne metody przeprowadzenia estryfikacji kwasu karboksylowego oraz warunki reakcji.

**Zadanie VI.** Zaproponuj ścieżkę otrzymania:

- a) ketalu etylenowego cykloheksanonu z cykloheksenu,
- b) cyklopentano-1,2-dionu z cyklopentenu
- c) adypinianu dimetylu z bromocykloheksenu,
- d) bezwodnika propionowego z *n*-propanolu,
- e) benzoesu metylu z propylobenzenu.

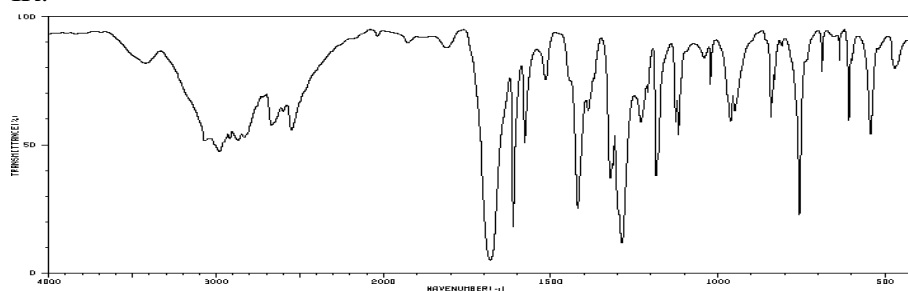
**Zadanie VII.** Uzupełnij schematy reakcji.





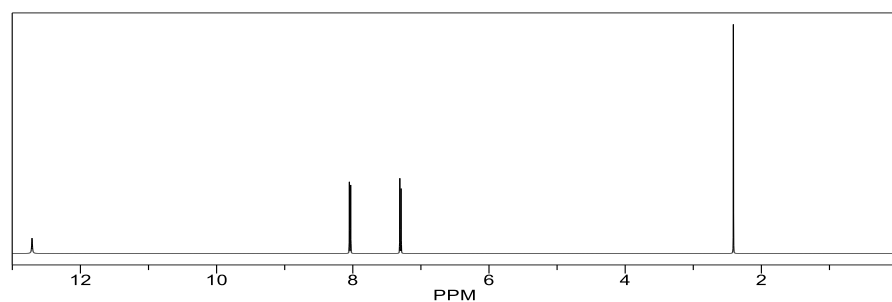
**Zadanie VIII.** Omów i opisz widmo w podczerwieni oraz  $^1\text{H}$  NMR (przyjmując stałą sprzężenia  $J = 7,2$  Hz) dla poniższych związków.

IR:

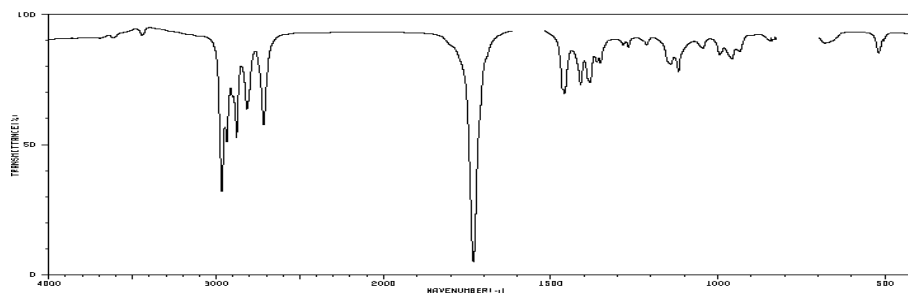


Kwas  
*p*-metylobenzoowy

$^1\text{H}$  NMR

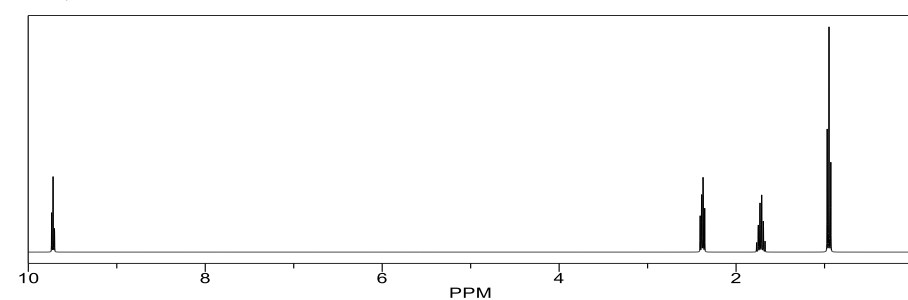


IR:



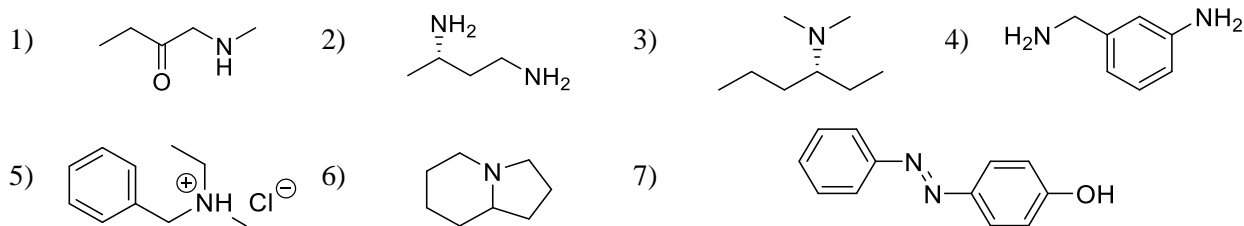
Butanal

$^1\text{H}$  NMR

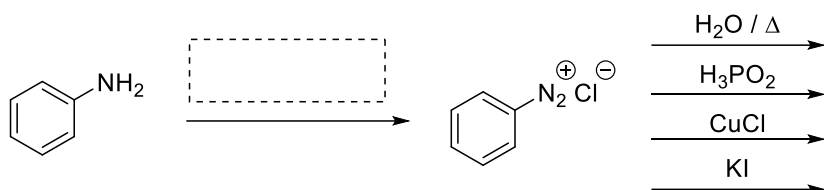


Lista 7.

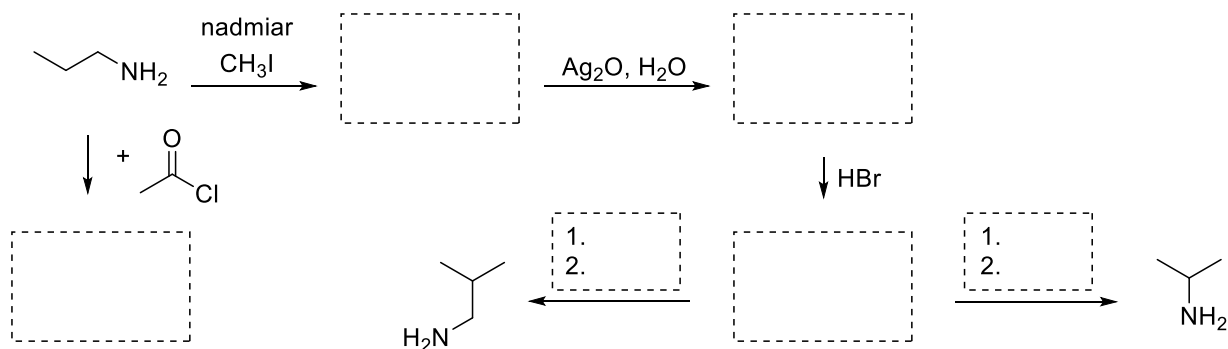
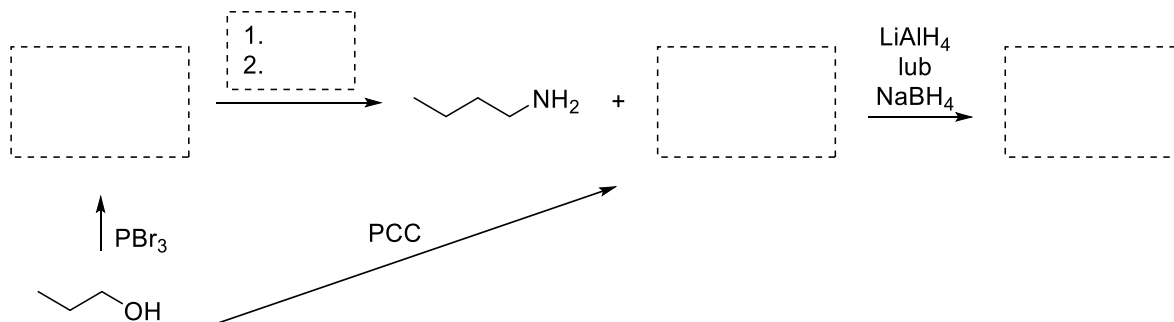
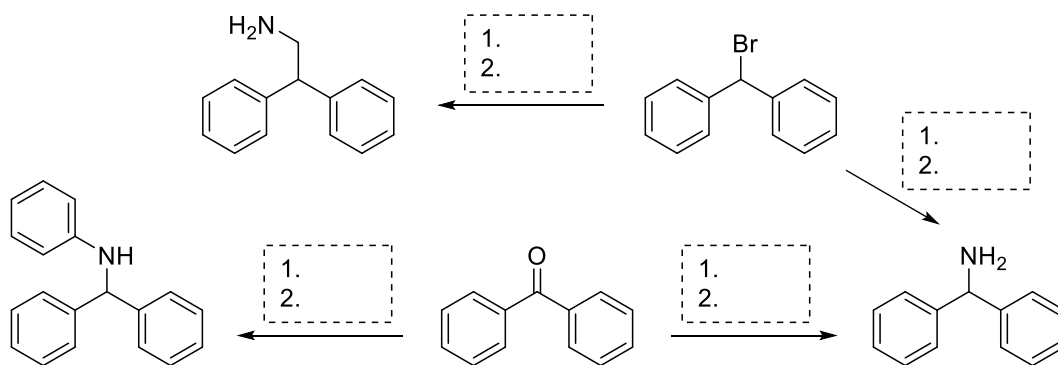
**Zadanie I.** Podaj nazwy poniższych związków zgodnie z nomenklaturą IUPAC.

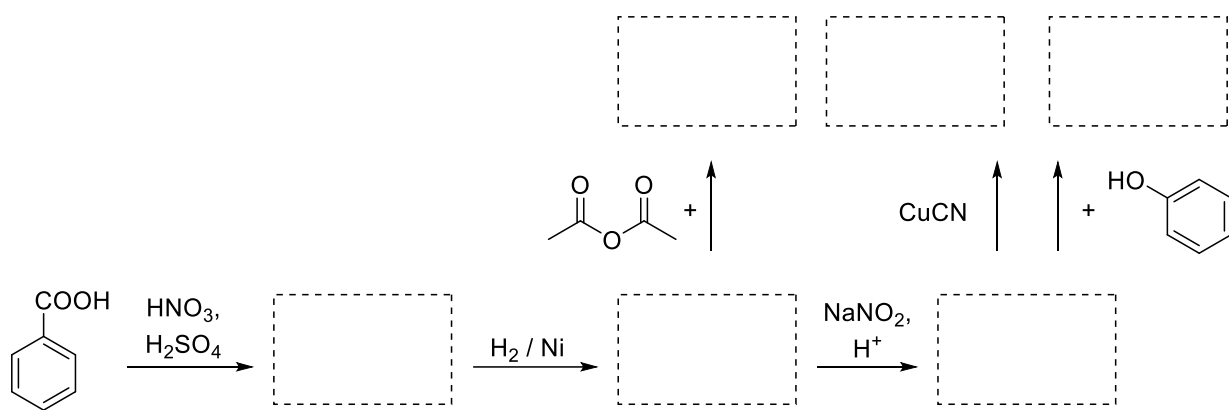


**Zadanie II.** Podaj warunki przemiany aniliny w kation diazoniowy, a także narysuj produkty jego dalszych reakcji.

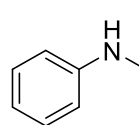
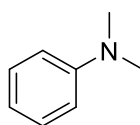
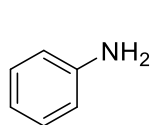


**Zadanie III.** Uzupełnij schematy reakcji.



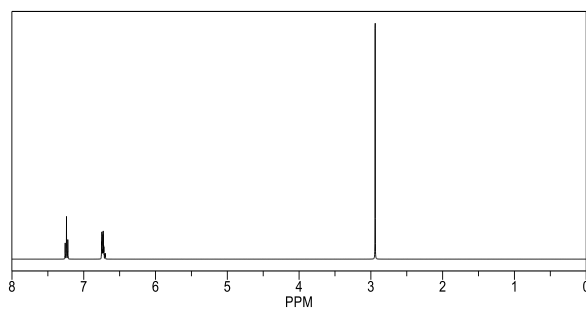


**Zadanie IV.** Przyporządkuj widma IR oraz  $^1\text{H}$  NMR do odpowiedniej aminy.

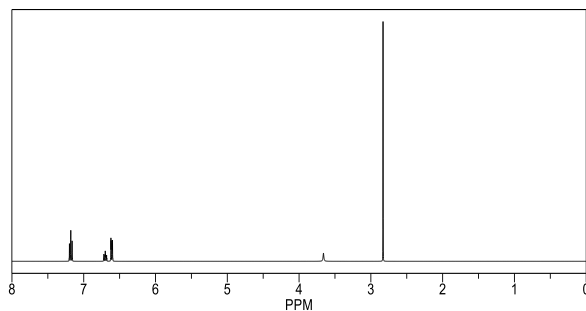


$^1\text{H}$  NMR:

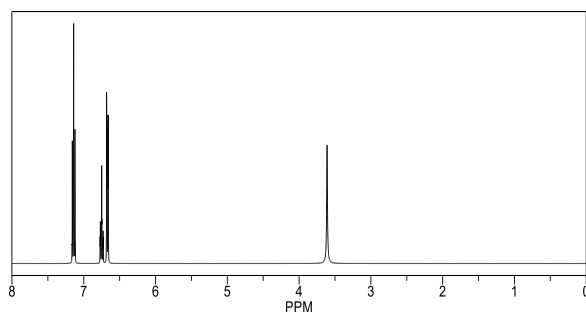
A



B

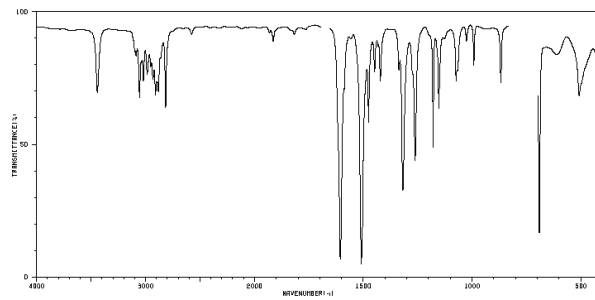


C

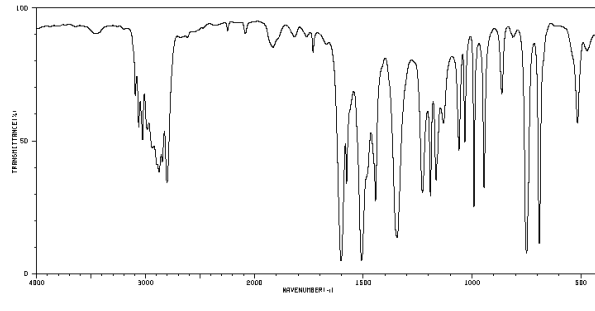


IR:

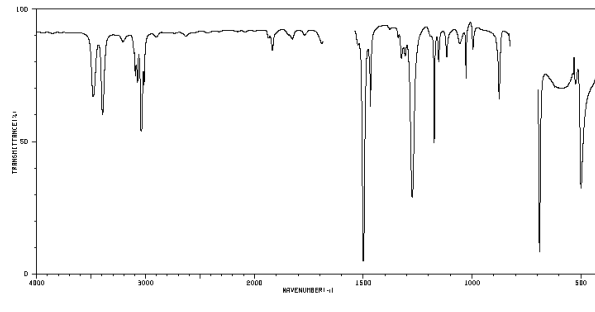
D



E



F



((Widma MS oraz IR: baza danych NIST Chemistry WebBook.))