

## Zajęcia nr 1

### Ekstrakcja. Nomenklatura związków organicznych I

#### 1. Zakres materiału:

- BHP pracy w Pracowni Chemii Organicznej,
- pojęcie i rodzaje ekstrakcji (ekstrakcja ciała stałego cieczą, ekstrakcja z roztworu cieczą (prawo podziału Nernsta), ekstrakcja prosta i ciągła),
- budowa i zasada działania aparatu Soxhleta,
- środki suszące stosowane w laboratorium chemii organicznej,
- zasady nazewnictwa organicznych związków jednofunkcyjnych,

#### 2. Literatura:

- John McMurry, *Chemia organiczna*, (Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005).
- Harold Hart, *Chemia organiczna. Krótki kurs*, (Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2008).
- Piotr Kowalski *Laboratorium chemii organicznej, Techniki pracy i przepisy BHP*, (Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 2004).

#### 3. Teoria

Metodą stosowaną do rozdzielania mieszanin wieloskładnikowych jest **ekstrakcja**. Proces ten polega na wydzieleniu substancji zawartych w jednej fazie (ciekłej lub stałej) i przeprowadzeniu ich do innej fazy ciekłej. Wyróżniamy ekstrakcje:

- ciała stałego cieczą,
- cieczy cieczą.

We wszystkich przypadkach wykorzystuje się różnicę rozpuszczalności substancji wydzielanej i zanieczyszczających domieszek w danym rozpuszczalniku.

##### Ekstrakcja ciała stałego cieczą

Tę technikę stosuje się najczęściej przy pozyskiwaniu związków naturalnych z tkanek roślinnych i zwierzęcych.

Najprostszą metodą ekstrakcji ciała stałego cieczą, jest kilkakrotne przemycie rozdrobnionego surowca odpowiednio dobranym rozpuszczalnikiem i przesączenie mieszaniny. Proces ten powtarza się kilkakrotnie małymi porcjami rozpuszczalnika w celu większej efektywności ekstrakcji. Aby zwiększyć rozpuszczalność izolowanych substancji należy przeprowadzić ekstrakcję na gorąco. W tym celu rozdrobnione ciało stałe ogrzewa się w kolbie kulistej pod chłodnicą zwrotną (Rys. 1a), gorący roztwór odsącza się od pozostałego ciała stałego, a następnie krystalizuje oczyszczoną substancję.

Większe znaczenie ma ekstrakcja ciągła w aparacie Soxhleta (Rys. 1b). Rozdrobnione ciało stałe wsypuje się do porowatej gilzy (np. bibuły filtracyjnej) i umieszcza w ekstraktorze. Ekstraktor łączy się z kolbą kulistą zawierającą odpowiednią objętość rozpuszczalnika i chłodnicą zwrotną. Rozpuszczalnik ogrzewa się do wrzenia, jego pary przemieszczają się ramieniem bocznym do chłodnicy zwrotnej. Tam ulegają skropleniu, następnie spływają do gilzy gdzie zachodzi ekstrakcja. Po całkowitym wypełnieniu ekstraktora rozpuszczalnik wraz z wyekstrahowaną substancją przelewa się ramieniem syfonowym do kolby destylacyjnej. Proces ten powtarza się wielokrotnie aż do całkowitego wyekstrahowania substancji z mieszaniny. Uzyskany ekstrakt należy osuszyć i odpowiednio oczyścić.

##### Ekstrakcja cieczy cieczą

Ten typ ekstrakcji opiera się o prawo podziału Nernsta. Głosi on, że jeśli do układu dwóch **niemieszających** się ze sobą cieczy A i B dodamy określoną ilość substancji rozpuszczalnej w obu cieczach, nastąpi podział tej substancji pomiędzy obie ciecze w taki sposób, że stosunek stężenia w jednym rozpuszczalniku ( $C_A$ ) do stężenia w drugim rozpuszczalniku ( $C_B$ ) jest wielkością stałą w stałej temperaturze.

$$K_{A/B} = \frac{C_A}{C_B} = \text{const, jeżeli:}$$

$K < 1$  to substancja ekstrahowana lepiej rozpuszcza się w rozpuszczalniku B, więc rozpuszczalnik B można wykorzystać do ekstrakcji substancji z rozpuszczalnika A.

$K > 1$  to substancja ekstrahowana lepiej rozpuszcza się w rozpuszczalniku A, więc rozpuszczalnik B nie nadaje się do wyizolowania substancji z rozpuszczalnika A.

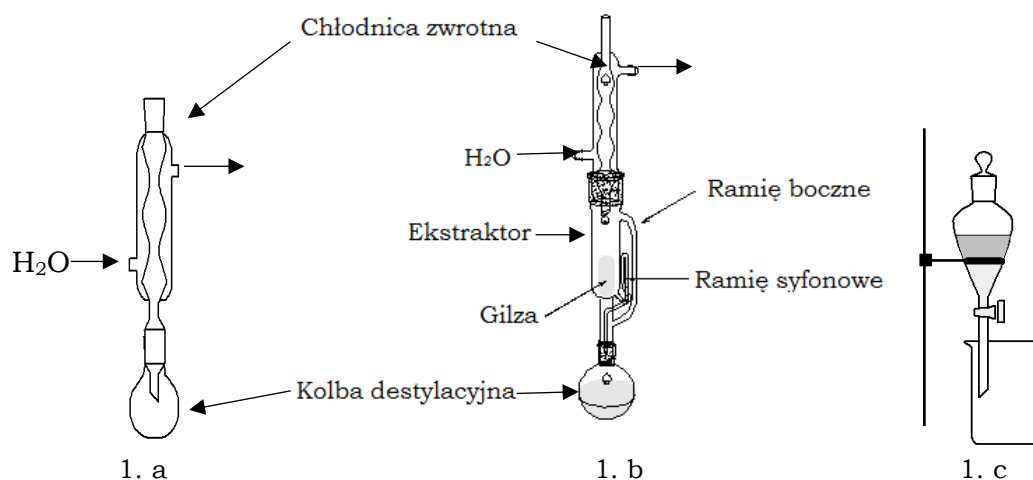
Na efektywność ekstrakcji prócz rodzaju rozpuszczalnika ma wpływ również jej krotność. Lepsze rezultaty uzyskuje się przy kilkakrotnej ekstrakcji małymi porcjami rozpuszczalnika niż przy jednokrotnej całą objętością rozpuszczalnika.

#### Kryteria doboru rozpuszczalnika do ekstrakcji z roztworu wodnego:

- nie może reagować ani z substancją ekstrahowaną ani z wodą,
- nie może mieszać się z wodą w sposób nieograniczony,
- powinien lepiej rozpuszczać substancję ekstrahowaną niż woda,
- nie powinien wykazywać tendencji do tworzenia emulsji z roztworem lub zawiesiną wodną.

Ważnym aspektem jest również toksyczność, lotność, palność, gęstość rozpuszczalnika.

W celu zwiększenia efektywności ekstrakcji z roztworu wodnego dodaje się elektrolitu. Zjawisko to nazywane jest **wysalaniem**, zmniejsza rozpuszczalność związków organicznych w wodzie co ułatwia ekstrakcję.



Rys. 1. a – zestaw do ogrzewania pod chłodnicą zwrotną, b – aparat Soxhleta, c – zestaw do ekstrakcji z cieczy cieczą.

#### Środki suszące

Po zakończonej ekstrakcji z roztworu wodnego należy osuszyć ekstrakt przed dalszą obróbką. W tym celu stosuje się różnego rodzaju środki suszące (Tab. 1). Najczęściej stosowane są obojętne sole np.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ .

CIECZE	ŚRODKI SUSZĄCE
Węglowodory nasycone	$\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{CaSO}_4$ , $\text{CaCl}_2$
Węglowodory nienasycone	$\text{CaCl}_2$
Chlorowcowęglowodory	$\text{P}_2\text{O}_5$ , $\text{CaCl}_2$ , $\text{MgSO}_4$ , $\text{CaSO}_4$
Alkohole	$\text{CaO}$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ , $\text{CaSO}_4$ , $\text{MgSO}_4$
Etery	$\text{CaCl}_2$ , $\text{CuSO}_4$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$
Ketony	$\text{MgSO}_4$ , $\text{CaSO}_4$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ (krótko)
Estry	$\text{CaSO}_4$ , $\text{Na}_2\text{SO}_4$
Aminy	$\text{KOH}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{CaO}$ , $\text{BaO}$

## Nomenklatura związków organicznych I

### Zasady ogólne

Preferowaną przez IUPAC metodą nomenklatury jest nomenklatura podstawnikowa, która opiera się na nazwach macierzystych alkanów modyfikowanych przedrostkami i przyrostkami. Stosuje się niektóre zakorzenione i szeroko używane nazwy zwyczajowe macierzystych alkanów (metan, etan, propan i butan), mono- i policyklicznych związków karbocyklicznych i heterocyklicznych oraz niektórych związków z grupą funkcyjną. Toluen i ksylen są nazwami preferowanymi, ale nie zawsze mogą być stosowane dla ich podstawionych pochodnych.

Do nazwania kwasów, bezwodników, estrów i soli, halogenków acylowych stosuje się nomenklaturę klasowo-funkcyjną, niekiedy w połączeniu z nazwami zwyczajowymi.

### Alkany

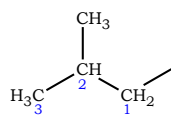
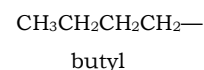
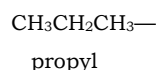
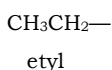
Tabela 1. Nazwy alkanów prostych o danej liczbie atomów węgla.

Liczba atomów węgla	Nazwa węglowodoru nasyconego	Liczba atomów węgla	Nazwa węglowodoru nasyconego
1	metan	8	oktan
2	etan	9	nonan
3	propan	10	dekan
4	butan	11	undekan
5	pentan	12	dodekan
6	heksan	20	ikozan
7	heptan	30	triakontan

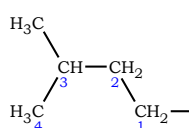
Nazwy tworzymy dodając przyrostek **-an** do liczebnika greckiego (lub łacińskiego) odpowiadającego liczbie atomów węgla w najdłuższym łańcuchu prostym, z wyjątkiem alkanów C1 – C4 (Tabela 1.).

Grupa alkilowa to grupa pochodząca od alkanu, ale pozbawiona jednego atomu wodoru. Nazwy grup alkilowych tworzymy w dwojaki sposób:

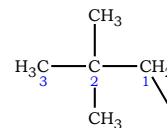
1. Poprzez zamianę przyrostka **-an** w nazwie węglowodoru na przyrostek **-yl**, gdy wolna walencyjność w grupie alkilowej znajduje się na skrajnym atomie węgla. Atom z wolną walencyjnością zaczyna łańcuch i zawsze ma lokant „1”, który jest pomijany w nazwie podstawnika. Stosuje się także nazwy zwyczajowe, chociaż według zasad IUPAC nie są to nazwy preferowane. Wyjątek stanowi „*tert*-butyl”.



2-metylopropyl  
(izobutyl)

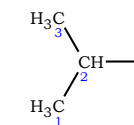


3-metylobutyl  
(izopentyl)

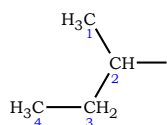


2,2-dimetylopropyl  
(neopentyl)

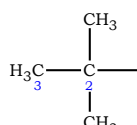
2. Przez dodanie przyrostka **-yl**, poprzedzonego odpowiednim lokantem, do nazwy węglowodoru, gdy wolna walencyjność w grupie alkilowej znajduje się w pozycji innej niż „1”. Numerację w podstawniku prowadzimy tak, by atom węgla z wolną walencyjnością otrzymał jak najmniejszy lokant.



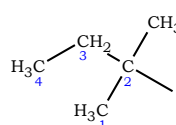
propan-2-yl  
(izopropyl)



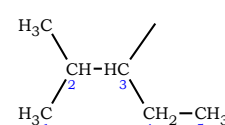
butan-2-yl  
(sec-butyl)



tert-butyl  
(2-metylopropan-2-yl)



2-metylobutan-2-yl  
(tert-pentyl)



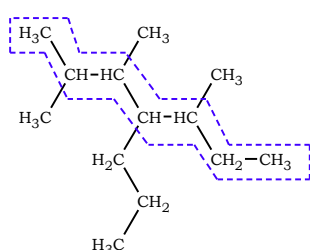
2-metylopentan-3-yl

Warto zwrócić uwagę na strukturę nazwy tworzonych podstawników alkilowych. Można, bowiem wyróżnić podstawniki:

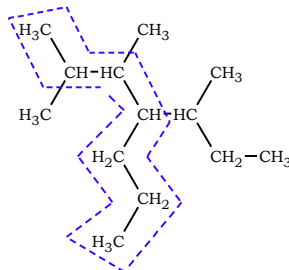
- proste i z nazwą zwyczajową, np. metyl-, etyl-, propan-2-yl- (izopropyl), ter-butyl itp.,
- zespólone, np. 3-metylobutyl-, 2-metylopropan-2-yl-, itp.

### Zasady tworzenia nazwy

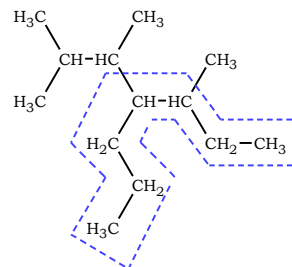
- Znaleźć najdłuższy ciągły łańcuch węglowy i nazwać go. Jeżeli są dwa łańcuchy tej samej długości to należy wybrać ten o większej liczbie punktów rozgałęzienia.



**prawidłowo**  
4 podstawniki

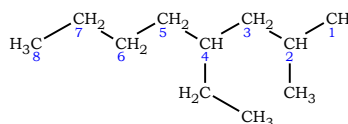
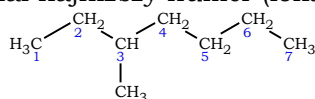


**nieprawidłowo**  
3 podstawniki

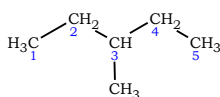


**nieprawidłowo**  
2 podstawniki

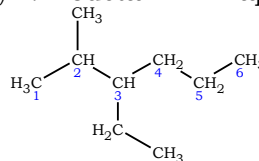
- Nazwać podstawniki i ułożyć w kolejności alfabetycznej.
- Ponumerować atomy węgla w łańcuchu głównym zaczynając od końca bliższego pierwszemu punktowi rozgałęzienia. Jeżeli rozgałęzienie jest usytuowane w tej samej odległości od obu końców, to należy tak ponumerować, aby następny w kolejności podstawnik miał najniższy numer (lokant).



- Zapisać nazwę w postaci jednego słowa stosując łączniki do rozdzielania różnych przedrostków, a przecinki do rozdzielania cyfr. Podstawniki zapisuje się w kolejności alfabetycznej.

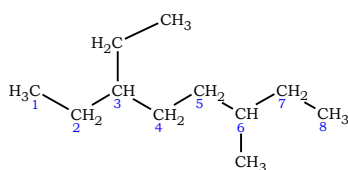


3-metylopentan

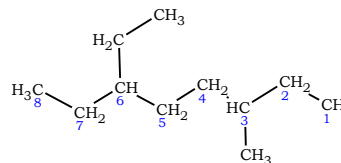


3-etylo-2-metyloheksan

- W przypadku identycznego położenia dwóch podstawników łańcuch numeruje się tak, żeby podstawnik wcześniej pojawiający się w nazwie (alfabetycznie) miał niższy numer.

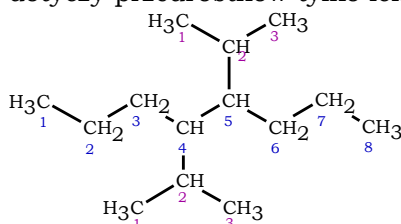


**prawidłowa numeracja**  
(etyl ma niższy lokant niż metyl)

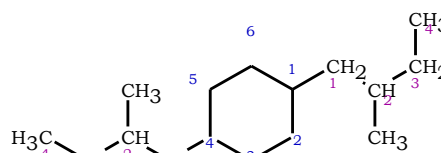


**nieprawidłowa numeracja**

- Jeśli jest więcej takich samych podstawników, to używa się przedrostków di- (2), tri- (3), tetra- (4), penta- (5), hekso- (6), itd. w przypadku prostych podstawników oraz nazw zwyczajowych, a bis-, tris-, tetrakis-, pentakis-, itd. w przypadku nazw systematycznych podstawników rozgałęzionych (zespólonych). Kolejność alfabetyczna podstawników nie dotyczy przedrostków tylko ich nazw.



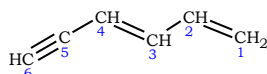
4,5-di(propan-2-yl)oktan lub 4,5-diizopropyloktan



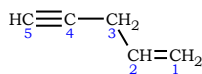
1,4-bis(2-metylobutylo)cykloheksan

## Węglowodory nienasycone

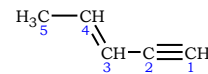
1. Znajdujemy najdłuższy łańcuch zawierający wiązanie podwójne i nazywamy go dodając do nazwy macierzystego węglowodoru końcówkę -en w przypadku alkenów, a końcówkę -in w przypadku alkinów. W przypadku dwu lub więcej wiązań podwójnych stosuje się przyrostek -dien, -trien, itd., zaś w przypadku wielokrotnych wiązań potrójnych stosuje się przyrostek -diyn, triyn, itd.
2. Stosuje się te same zasady jak w nazewnictwie węglowodorów nasyconych.
3. Jeżeli w cząsteczce występuje wiązanie podwójne i potrójne to lokanty oznaczające te wiązania powinny być możliwie najniższe, nawet jeżeli w niektórych przypadkach przyrostek -yn będzie oznaczony niższym lokantem niż -en. Natomiast, gdy istnieje możliwość wyboru numeracji, położenie wiązania podwójnego określa się niższym lokantem.



heksa-1,3-dien-5-yn

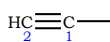


pent-1-en-4-yn

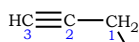


pent-3-en-1-yn  
(nie: pent-2-en-4-yn)

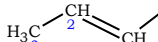
4. Nazwy grup utworzonych z węglowodorów nienasyconych uzyskują przyrostki: -enyl, -ynyl, itd. Atomy węgla w wolną wartościowość oznaczane są lokantem 1.



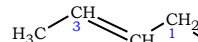
etynyl



prop-2-ynyl

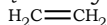


prop-1-enyl



but-2-enyl

5. Utrzymane są nazwy alkenów i rodników:



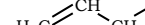
eten = etylen



etyn = acetylen



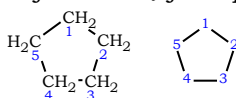
etenyl = winyl



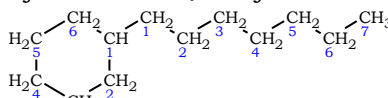
prop-2-enyl = allil

## Cykloalkany

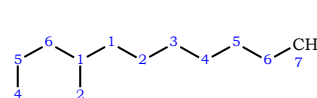
1. Nazwę nasyconych węglowodorów monocyklicznych tworzy się przez dodanie przyrostka cyklo- do nazwy alkanu o tej samej liczbie atomów węgla. Przyjmuje się mniejszą jednostkę jako podstawnik w jednostce większej.



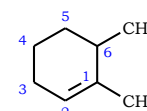
cyklopentan



1-cykloheksyloheptan



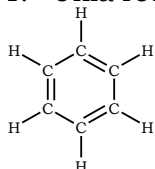
2. Obecność wiązania wielokrotnego zaznacza się w nazwie przez zamianę przyrostka -an na -en.



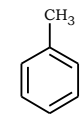
1,6-dimetylocykloheksen

## Węglowodory aromatyczne

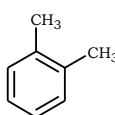
1. Unia IUPAC dopuszcza stosowanie wielu nazw zwyczajowych:



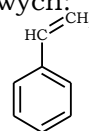
benzen



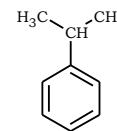
toluen  
(metylobenzen)



o-ksylen  
(1,2-dimetylobenzen)

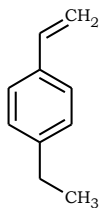


styren  
(etenyllobenzen)

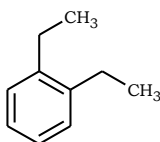


kumen  
(izopropyllobenzen)

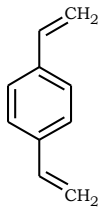
2. W pochodnych benzenu położenie podstawników określa się numerami (zachowując reguły najniższych lokantów i kolejności alfabetycznej). Nie zaleca się stosowania dalej przedrostków o, m, p; zamiast nich w nazwach podstawnikowych należy stosować '1,2-', '1,3-' i '1,4-'. Wyjątkiem są trzy izomery ksylenu, które w ogólnej nomenklaturze IUPAC można nazywać o-, m- i p-ksylenem.



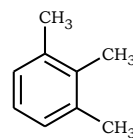
4-etylstyren  
(p-etylstyren)



1,2-dietylobenzen  
(o-dietylobenzen)

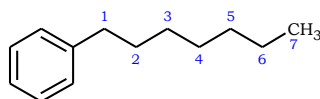


1,4-diwinylobenzen  
(p-diwinylobenzen)  
(nie: p-winylostyren)

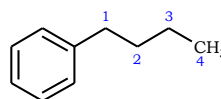


1,2,3-trimetylobenzen  
(nie: metyloksylen)  
(nie: dimetylotoluen)

3. Nazwy związków aromatycznych (arenów) podstawionych podstawnikami alkilowymi tworzy się zależnie od długości łańcucha alkilowego. Jeżeli łańcuch alkilowy ma 6 i mniej atomów węgla, to uzyskuje nazwę jako pochodna benzenu. Jeżeli łańcuch ma więcej atomów węgla niż 6, to nazywamy związek jako pochodną alkilową z przyłączonym podstawnikiem fenylowym (Ph, Φ).

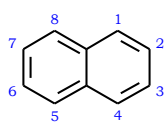


1-fenylheptan

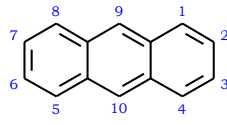


n-butylobenzen

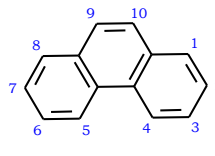
4. Stosuje się nazwy zwyczajowe i numerację atomów węgla węglowodorów wielopierścieniowych:



naftalen



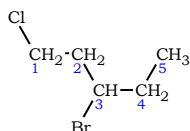
antracen



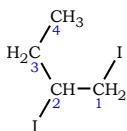
fenantren

### Nazewnictwo fluorowc pochodnych

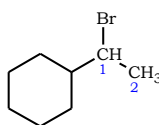
1. Łańcuch numerujemy od końca bliższego pierwszemu atomowi fluorowca. Jeżeli w cząsteczce występuje wielokrotność atomów tego samego pierwiastka, to w nazwie uwzględniamy to używając przedrostków di, tri, tetra, itd. Podstawniki w nazwie umieszczamy w porządku alfabetycznym.



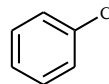
3-bromo-1-chloropentan



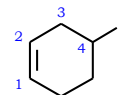
1,2-dijodobutan



(1-bromoetylo)cykloheksan



chlorobenzen



4-fluorocykloheks-1-en

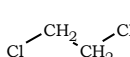
2. Nazwy grupowo-funkcyjne tworzy się poprzedzając nazwę słowem „chlorek”, „bromek” czy „jodek”.



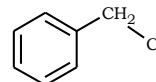
chlorek metylu



chlorek metylenu



dichlorek etylenu

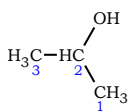


chlorek benzylu

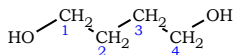
3. Utrzymuje się nazwy zwyczajowe: chloroform – CHCl<sub>3</sub>, jodoform – CHI<sub>3</sub>.

### Nazewnictwo alkoholi

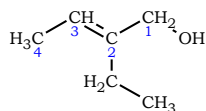
1. Nazwy alkoholi tworzy się od nazwy macierzystego alkanu przez dołączenie przyrostka – ol: np. etanol, cykloheksanol. Łańcuch numerujemy tak, żeby grupa hydroksylowa miała najniższy lokant. Nazwy: izopropanol czy sec-butanol są błędne, ponieważ nie ma węglowodorów izopropan czy sec-butan. Dopuszczalne są jednak alkohol izopropylowy czy alkohol sec-butyłowy.



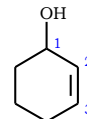
propan-2-ol



butano-1,4-diol

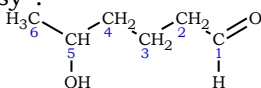


2-etylobut-2-en-1-ol

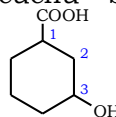


cykloheks-2-en-1-ol

2. Gdy w cząsteczce obecna jest grupa główna inna niż hydroksylowa, której nazwę zgodnie z zasadami pierwszeństwa (Tabela 2.) należy wskazać za pomocą przyrostka lub jeśli grupa hydroksylowa znajduje się w łańcuchu bocznym, określa się ją przedrostkiem hydrokso-.



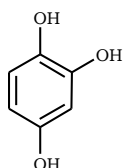
5-hydroksyheksanal



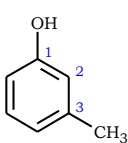
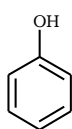
kwas 3-hydrokso-1-cykloheksanokarboksylowy

### Nazewnictwo fenoli

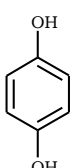
1. Hydroksylowe pochodne benzenu nazywa się dodając końcówkę -ol do nazwy węglowodoru. Utrzymuje się nazwy zwyczajowe:



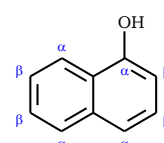
1,2,4-benzentriol fenol



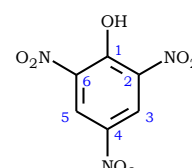
m-krezol



hydrochinon



α-naftol



kwas pikrynowy  
(2,4,6-trinitrofenol)

### Nazewnictwo soli alkoholi i fenoli

Nazwy anionów alkoholowych i fenolanowych tworzy się przez zamianę przyrostka -ol w nazwie związku macierzystego na -olan lub -oksylan:

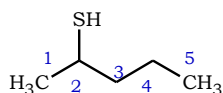
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$  – etanolan sodowy, etoksylan sodowy

$\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$  – fenolan sodowy, fenoksylan sodowy

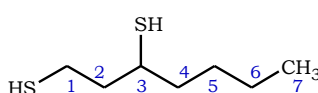
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{ONa}$  – benzyloksylan sodowy

### Nazewnictwo tioli

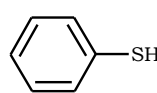
1. Nazwy tioli tworzy się w sposób analogiczny do alkoholi. Do nazwy węglowodoru dodaje się przyrostek -tiol.



pentano-2-tiol

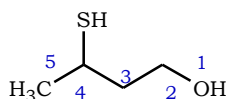


heptano-1,3-ditiol

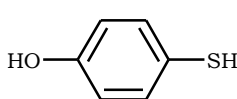


benzenotiol  
(nie tiofenol)

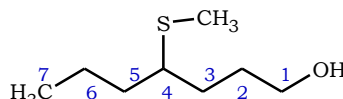
2. Jeżeli grupa -SH nie jest grupą główną, a występuje jako podstawnik, to określa się ją przedrostkiem sulfanylo-. Nazwa merkapto- nie jest zalecana.  
3. W przypadku gdy mamy do czynienia z grupą -SR, to stosuje się przedrostek R-sulfanylo (nazwa preferowana) albo R-tio.



4-sulfanylopentano-1-ol



4-sulfanylofenol



4-metylosulfanyloheptano-1-ol  
(4-metylotioheptano-1-ol)

## **E K S T R A K C J A**

### **Instrukcja wykonania ćwiczenia**

#### **Zadanie I. Ekstrakcja substancji stałych w aparacie Soxhleta**

Substancję przeznaczoną do ekstrakcji (herbaty typu fix, np.: mięta, melisa, pokrzywa, hibiskus) włożyć do aparatu Soxhleta. Do kolby kulistej wrzucić kamyczki wrzenne. Dołączyć ekstraktor. Do ekstraktora wlać tyle alkoholu etylowego, by uległ on zasyfonowaniu do kolby. Następnie dolać jeszcze rozpuszczalnika, by zajmował on 1/3 wysokości ekstraktora. Dołączyć chłodnicę zwrotną z przyłączonymi węzami doprowadzającymi wodę. Ogrzewać kolbę aparatu Soxhleta i prowadzić ekstrakcję przez około 1 godzinę (trzykrotne zasyfonowanie etanolu).

Po zakończeniu ekstrakcji rozpuszczalnik w całości odparować na wyparce próżniowej. Wnioski z ćwiczenia umieścić w sprawozdaniu.

#### **Zadanie II. Ekstrakcja jodu z roztworu jodku potasu chloroformem**

Do rozdzielacza o poj. 100 cm<sup>3</sup> wlać około 30 cm<sup>3</sup> roztworu jodu w jodku potasu i ekstrahować chloroformem (10 cm<sup>3</sup>). Pamiętać o częstym odpowietrzaniu rozdzielacza. Po dokładnym wytrząśnięciu rozdzielacz z zawartością powiesić w pierścieniu i po wyjęciu korka pozostawić do rozdzielenia warstw. Fazę organiczną przenieść do suchej kolby stożkowej. Ekstrakcję powtórzyć dwukrotnie, obserwując zachodzące zmiany.

Połączone ekstrakty organiczne osuszyć za pomocą bezwodnego siarczanu sodu, a następnie zdekantować do szklanej butli.

współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego  
Województwa Podlaskiego na lata 2014-2020