

# ELEMENTY CHEMII W LICEUM SPORTOWYM

## MATERIAŁ EDUKACYJNY Z ĆWICZENIAMI

OPRACOWANIE MGR ANNA PIWOWAR

### Rozdział V – KLASYFIKACJA ZWIĄZKÓW NIEORGANICZNYCH I ORGANICZNYCH

Materiał edukacyjny z zakresu chemii w gimnazjum zawarty jest w Vademecum „Przypomnij sobie”.

## KLASYFIKACJA ZWIĄZKÓW CHEMICZNYCH

Vademecum – budowa i nazwy związków nieorganicznych, podstawowe właściwości elektrolitów, metody otrzymywania soli, odczyn roztworów wodnych elektrolitów, pH roztworu.

### ZWIĄZKI NIEORGANICZNE

TLENKI		ELEKTROLITY		INNE
zasadowe	kwasowe	kwasy	wodorotlenki	wodorki
/metali/	/niemetali/		sole	azotki
			zasady	

**Substancje amfoteryczne** - to niektóre metale np.: Al., Zn, Cr, Pb, tlenki tych metali i ich wodorotlenki, które mają podwójny charakter chemiczny. Reagują zarówno z kwasami, jak i z zasadami.

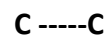
$\text{Al(OH)}_3 + 3 \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$  - wodorotlenek glinu ma charakter zasadowy i reaguje z kwasem, powstaje chlorek glinu

$\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na[Al(OH)}_4]$  - wodorotlenek glinu ma charakter kwasowy i reaguje z zasadą, powstaje tetrahydroksyglinian sodu

# WĘGLOWODORY

## NASYCONE

alkany



cykloalkany



- palne
  - mało aktywne
  - pod wpływem światła ulegają podstawianiu
- $$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$$
- chlorometan
- /substytucja rodnikowa/

## NIENASYCONE

alkeny



cykliczne



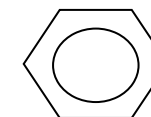
- palne
  - aktywne
  - ulegają reakcji przyłączenia /addycji/ i polimeryzacji
- $$n \text{ CH}_2 \text{====} \text{CH}_2 \rightarrow [\text{CH}_2 \text{---} \text{CH}_2]_n$$
- polietylen

alkiny



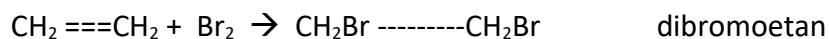
## AROMATYCZNE

benzen

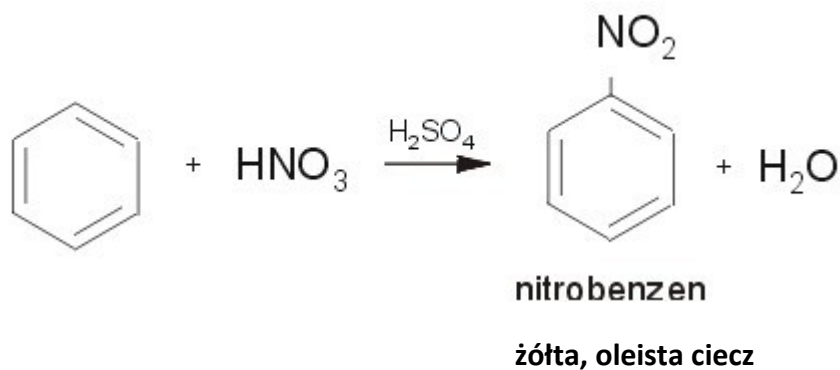


- bezbarwna ciecz
  - nierozpuszczalna w wodzie
  - sam jest dobrym rozpuszczalnikiem niepolarnym/tłuszcze woski/
  - ma właściwości rakotwórcze
  - pali się kopcącym płomieniem
  - jest toksyczny, ma ostry zapach
  - jest trwały
  - ulega podstawianiu, ale pod wpływem opitków żelaza
- /substytucja elektrofilowa/

**Reakcja charakterystyczna związków nienasyconych** – odbarwienie czerwono-brunatnej wody bromowej  $\text{Br}_{2(aq)}$  na skutek przyłączenia /addycji/ atomów bromu do wiązań wielokrotnych, można wykorzystać także fioletowy roztwór manganianu (VII) potasu  $\text{KMnO}_4$



**Reakcja charakterystyczna związków aromatycznych** – nitrowanie pierścienia benzenowego (aromatycznego), pojawia się żółta, oleista ciecz o zapachu migdałów, czyli nitrobenzen. To reakcja podstawiania, czyli substytucji elektrofilowej, gdzie czynnikiem o ładunku dodatnim (lubiący elektrony) jest grupa nitrowa –  $\text{NO}_2^+$



**Substytucja rodnikowa** zachodzi w związkach nasyconych pod wpływem kwantów promieniowania  $E = h\nu$

W trakcie substytucji rodnikowej tworzą się pod wpływem światła rodniki, czyli atomy lub cząsteczki posiadający niesparowany elektron.



Procesy biochemiczne w organizmach, zwłaszcza te związane z oddychaniem, prowadzą do powstawania wolnych rodników tlenowych.

Powstawanie wolnych rodników z białek, lipidów, kwasów nukleinowych i cukrowców obecnych w komórkach powodowane jest przez reakcje z wolnymi rodnikami tlenowymi. Wolne rodniki w organizmie są przyczyną degradacji DNA i są rozważane jako przyczyna starzenia się organizmu.

Reakcjom rodnikowym zapobiegać mogą niektóre inhibitory, tzw. zmiatacze wolnych rodników, czyli substancje szczególnie łatwo reagujące z rodnikami i obniżające ich stężenie w danym układzie. Przykładami zmiataczy wolnych rodników są:

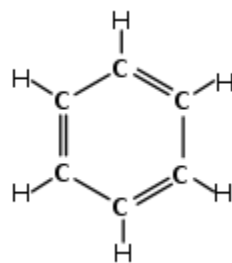
- DMSO /dimetylosulfotlenek/ środek przeciwzapalny,
- mieszanina aceton/izopropanol,
- tiomocznik,
- merkaptoetanol ( $\text{HSCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ )
- bilobalid (terpen trilaktonowy występujący w liściach miłorzębu dwuklapowego)
- witamina E i C

### ***Wolne rodniki w produktach spalania tytoniu***

Wolne rodniki znajdują się w dymie i smole papierosowej. Ich zawartość w smole wynosi około  $10^{17}$ /g, natomiast w dymie jest ich około  $10^{15}$  w jednym zaciągnięciu. Duże stężenie wolnych rodników w dymie papierosowym utrzymuje się przez ponad 10 minut.

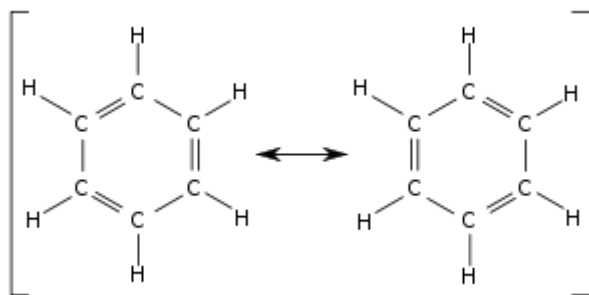
## Struktura Kekulégo dla benzenu

Problem budowy benzenu interesował chemików już od chwili wyodrębnienia tego związku. W 1865 r. niemiecki chemik [Friedrich August Kekulé](#) wysunął [hipotezę](#), że benzen jest [cykloheksatrienem](#) o sześciocząłkowym pierścieniu, w którym pomiędzy atomami [węgla](#) na przemian występują wiązania pojedyncze i podwójne :



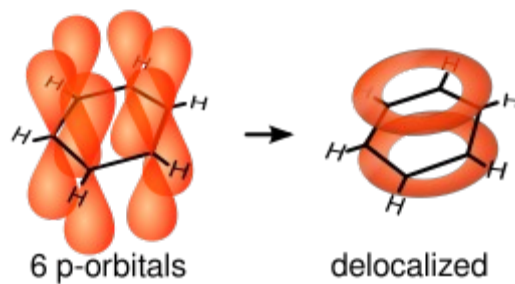
## Teoria rezonansu chemicznego

Struktura Kekulégo nie tłumaczyła jednak dlaczego benzen i inne [związki aromatyczne](#) nie posiadają właściwości charakterystycznych dla [węglowodorów nienasyconych](#), mimo 6 [elektronów](#)  $\pi$  w pierścieniu ([sekstet elektronowy](#)). Ponadto w miarę gromadzenia się materiału okazywało się, że wszystkie [wiązania](#) C-C w pierścieniu benzenowym są równocenne. Na podstawie badań [spektroskopowych](#) ustalono, że cząsteczka benzenu w istocie stanowi pierścień złożony z sześciu atomów węgla połączonych równocennymi wiązaniami o długości 1,39 Å, czyli pośredniej pomiędzy długością wiązania pojedynczego (1,54 Å) i podwójnego (1,34 Å). Struktury uśrednionej nie można zobrazować klasycznymi wiązaniami pojedynczymi i podwójnymi, można jednak przedstawić graniczne [struktury rezonansowe](#):



## Mechanika kwantowa

Zagadnienie płaskiej budowy pierścienia benzenowego dobrze tłumaczy [kwantowo-mechaniczna metoda orbitali molekularnych](#). Przyjmuje się [hybrydyzację](#)  $sp^2$  (kąty pomiędzy wiązaniami H–C–C i C–C–C wynoszą  $120^\circ$ ) dla atomów węgla. Zhybrydowane orbitale tworzą wiązania  $\sigma$  C–C i C–H. Pozostałe orbitale p atomów węgla (o osiach prostopadłych do płaszczyzny cząsteczki) tworzą zdelokalizowane [wiązanie  \$\pi\$](#) :



6 orbitali pi ulega rozłożeniu na całą sześciokątną cząsteczkę benzenu, tworząc wspólny orbital molekularny pi zajmowany przez 6 elektronów, które swobodnie poruszają się w tej przestrzeni.

## POCHODNE WĘGLOWODORÓW

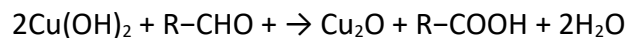
alkohole	aldehydy	ketony	kwasy	estry	amidy	aminy
- grupa –OH	- grupa –CHO	- grupa -CO-	grupa –COOH	-grupa –COO-	- grupa –CONH <sub>2</sub>	- grupa –NH <sub>2</sub>

Pojawienie się grupy –OH powoduje wzrost masy cząsteczkowej i polarność substancji, dlatego pojawia się rozpuszczalność w wodzie i to, że większość pochodnych to ciecze lub ciała stałe. Gazy to tylko pierwszy aldehyd /metanal/ i aminy.

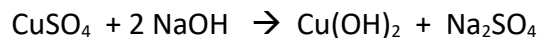
Związki zyskują na aktywności. Grupa aldehydowa i ketonowa występuje w cukrach, stąd aldozy/glukoza/ i ketozy/fruktoza/. Aldehydy i cukry mają właściwości redukcyjne, sprawdzane dwoma próbami Trommera i Tollensa:

**Próba Trommera :** Przeprowadza się ją z [wodorotlenkiem miedzi\(II\)](#) zwanym **odczynnikiem Trommera**. Jest to [reakcja redoks](#).

Aldehydy ulegają [utlenieniu](#) do [kwasów karboksylowych](#), miedź z II [stopnia utlenienia redukuje](#) się do Cu(I). [Ketony](#) dają negatywne wyniki próby.



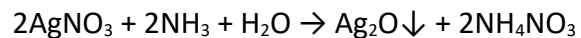
Odczynnik Trommera przygotowuje się, dodając wodny roztwór [wodorotlenku sodu](#) do wodnego roztworu [siarczanu miedzi\(II\)](#). Otrzymuje się niebieski, [koloidalny](#) osad [wodorotlenku miedzi\(II\)](#). Wykonanie próby polega na ogrzewaniu tego osadu z próbką. W przypadku obecności aldehydów lub cukrów redukujących niebieski osad zmienia barwę na ceglastoczerwoną, czyli barwę [tlenku miedzi\(I\)](#).





## Próba Tollensa

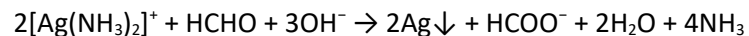
Wykorzystuje się w niej **odczynnik Tollensa**, czyli roztwór zawierający jony diaminasrebra(I)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ . Odczynnik Tollensa otrzymuje się dodając [wody amoniakalnej](#) do roztworu [azotanu srebra](#). W pierwszym etapie wytrąca się brunatny osad [tlenku srebra\(I\)](#):



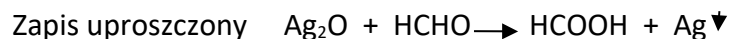
Osad ten rozтворя się w nadmiarze amoniaku :



Powstaje [jon kompleksowy](#) diaminasrebra(I) ( $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ). Roztworu tego nie wolno przechowywać, ze względu na powstawanie tzw. [srebra piorunującego](#) o właściwościach [wybuchowych](#).



Po wprowadzeniu do odczynnika Tollensa do aldehydu lub cukru redukującego , jon diaminasrebra(I) redukuje się do metalicznego srebra a aldehyd /cukier/ do kwasu. Jeżeli reakcja przeprowadzana jest w czystej probówce (najlepiej odtłuszczonej [wodorotlenkiem sodu](#)) na jej ściankach powstanie "lustro srebrne". Jeżeli probówka będzie brudna wytrąci się czarny osad srebra.



**Izomeria** – zjawisko występowania dwóch lub więcej związków o jednakowym wzorze sumarycznym, ale o różnej budowie (strukturze) oraz odmiennych właściwościach fizyko-chemicznych. Związki takie nazywamy izomerami. Istnieją dwa główne rodzaje izomerii:

**IZOMERIA**



konstytucyjna (strukturalna)

izomery różnią się kolejnością i sposobem powiązania atomów w cząsteczce

1. szkieletowa
  - łańcuchowa
  - pierścieniowa
  - położenia wiązań wielokrotnych
2. podstawienia
3. metameria (funkcyjna)
4. tautomeria

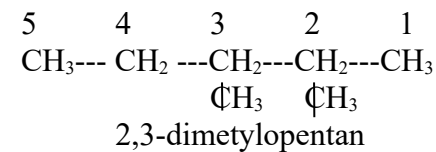
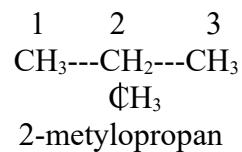
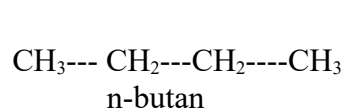
stereoizomeria (przestrzenna)

stereoizomery różnią się rozmieszczeniem atomów w przestrzeni przy tej samej kolejności powiązania atomów

7. geometryczna
8. optyczna

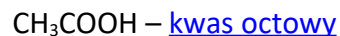
Izomeria szkieletowa :

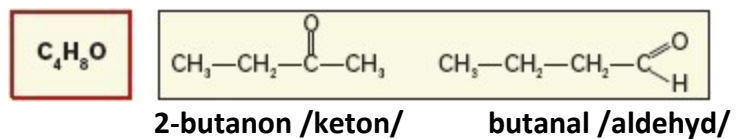
1. Wybierz najdłuższy nierozgałęziony łańcuch węglowy – jest on podstawą nazwy izomeru.
2. Ponumeruj atomy węgla tak, aby atomy węgla z podstawnikami lub z wiązaniami wielokrotnymi miały jak najniższy numer.
3. Liczbę jednakowych podstawników określ przedrostkiem di-, tri-, tetra- /2,3,4/.
4. Podstawniki nazwij CH<sub>3</sub> – metylo , C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> – etylo , Cl – chloro itp.
5. Wymień najpierw podstawniki w kolejności alfabetycznej z numerami atomów węgla i dodaj nazwę węglowodoru wynikającą z długości ponumerowanego łańcucha.
6. Jeśli węglowodór zawiera wiązanie wielokrotne, to węgiel leżący przy tym wiązaniu musi mieć najniższy numer niezależnie od innych podstawników.



**Metameria :**

Cząsteczki o tym samym składzie atomowym mają różne grupy funkcyjne wzór sumaryczny - C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>:





### Tautomeria :

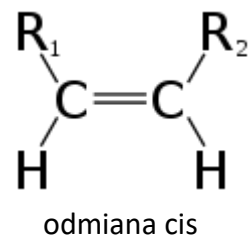
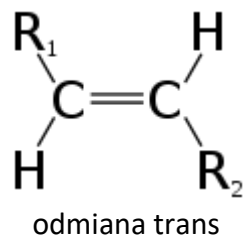
Dwie cząsteczki o jednakowym składzie zmieniają się sukcesywnie w siebie np.:

glukoza/aldoza/ z grupą  $-CHO$  zamienia się we fruktozę /ketoza/ z grupą  $-CO$  , między atomami węgla przenoszą się dwa atomy wodoru



### Izomeria geometryczna :

Przy wiązaniu podwójnym jednakowe podstawniki leżą po tej samej stronie płaszczyzny /cis/ , na której leżą wiązania podwójne, lub po stronach przeciwnych /trans/.



**Izomeria optyczna** – Niektóre związki chemiczne mają właściwość skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego. Właściwość tę nazywa się czynnością optyczną. Zdolność taką wykazują substancje optycznie czynne. Światło naturalne (niespolaryzowane), jako fala elektromagnetyczna, składa się z fal drgających, rozchodzących się w przestrzeni, jednakowo we wszystkich kierunkach wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali.

Po przejściu światła przez urządzenie optyczne nazywane polaryzatorem, światło (spolaryzowane) rozchodzi się już tylko w jednej płaszczyźnie: (polaryzator działa bowiem jak układ szczelin przepuszczających tylko te fale, których płaszczyzna drgań jest idealnie równoległa do szczeliny). Jeżeli na drodze światła spolaryzowanego ustawi się próbkę substancji optycznie czynnej, to nastąpi odchylenie płaszczyzny światła spolaryzowanego od pierwotnego kierunku, w prawo (+) lub w lewo (–), o pewien kąt, charakterystyczny dla danej substancji.

Powodem czynności optycznej związku chemicznego jest asymetria jego cząsteczki. Wiele przedmiotów w codziennym otoczeniu człowieka występuje parami, przy czym jeden stanowi lustrzane odbicie drugiego. Jednocześnie każdy z nich jest inny tak, że dowolny obrót jednego nigdy nie pozwoli uzyskać drugiego z nich.

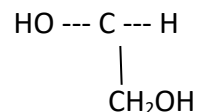
Istnienie dwóch, przestrzennych struktur o tej samej konstytucji, stanowiących wzajemne lustrzane odbicie, ale tak, że jednej nie da się, przez żaden dowolny obrót, nałożyć na drugą, jest bezwzględny warunkiem występowania izomerii optycznej.

Zwykle cząsteczki chiralne zawierają tzw. centrum chiralności. Jest to atom węgla (czasem innego pierwiastka) związany tetraedrycznie, tj. czterema pojedynczymi wiązaniami, z czterema różnymi podstawnikami (atomami lub grupami atomów). Jest to asymetryczny atom węgla, jeśli istnieje choć jeden, substancja jest optycznie czynna i ma dwa enancjomery, czyli cząsteczki, które są swoimi lustrzanymi odbiciami.

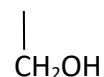
**WZORCEM jest aldehyd glicerynowy**



grupa –OH po lewej stronie



H --- C --- OH grupa –OH po prawej stronie



C ↗ węgiel asymetryczny z czterema różnymi podstawnikami

L(-) -aldehyd glicerynowy

D(+) -aldehyd glicerynowy

Nie zawsze odmiana D musi być prawoskrętna (+) a odmiana L lewoskrętna (-). Tak jest w kwasie mlekowym.

Kwas D(-) mlekowy lub kwas L(+) mlekowy. Litery D i L wynikają z położenia grup funkcyjnym we wzorze rzutowym związku, a (+) i (-) z badania praktycznego w polarymetrze.

Zjawisko izomerii optycznej, a ściślej występowanie dwóch form enancjomerycznych, zostało odkryte pod koniec [XIX](#) wieku przez [Ludwika Pasteura](#), który zauważył, że sztucznie otrzymany [kwas winowy](#), w odróżnieniu od naturalnego, krystalizuje w dwóch formach enancjomorficznych.

Izomeria optyczna to zjawisko bardzo rozpowszechnione w przyrodzie. Odgrywa niezwykle ważną rolę np. w biochemii. Można śmiało powiedzieć, że większość kluczowych substancji chemicznych, uczestniczących w procesach życiowych, to izomery optyczne.

Co więcej, organizmy żywe tolerują zwykle tylko jeden rodzaj izomeru optycznego każdej substancji

Przykłady:

- w ludzkim organizmie, w biosyntezie białka, aktywne są tylko tzw. „L-aminokwasy”
  - w ludzkim organizmie przyswajalne są tylko „D-cukry”
  - tylko jeden izomer optyczny glukozy ogrywa rolę w metabolizmie organizmów
  - tylko jeden z izomerów optycznych cholesterolu, spośród ponad dwustu, jest włączony do procesów biochemicznych
  - tylko jeden izomer optyczny „witaminy C” jest witaminą
  - tylko jeden izomer adrenaliny działa mocno pobudzająco.
  - w zakwaszonych mięśniach (po nadmiernym, gwałtownym wysiłku) występuje tylko jeden z izomerów optycznych kwasu mlekowego L/+
  - inny izomer optyczny kwasu mlekowego tworzy się w procesie biochemicznego utleniania i rozpadu cukrów D/-
  - w kwaśnym mleku, serze i kiszzonej kapuście oraz kiszonych ogórkach występuje mieszanina obu izomerów optycznych kwasu mlekowego
- Inny izomer optyczny tej samej substancji jest albo obojętny dla organizmu i nie bierze udziału w procesach biochemicznych, albo jest szkodliwy – powoduje inny przebieg reakcji. Skutki dla żywego organizmu mogą być wówczas katastrofalne. Świadomość tego faktu jest niezbędna przy opracowywaniu nowych leków.

