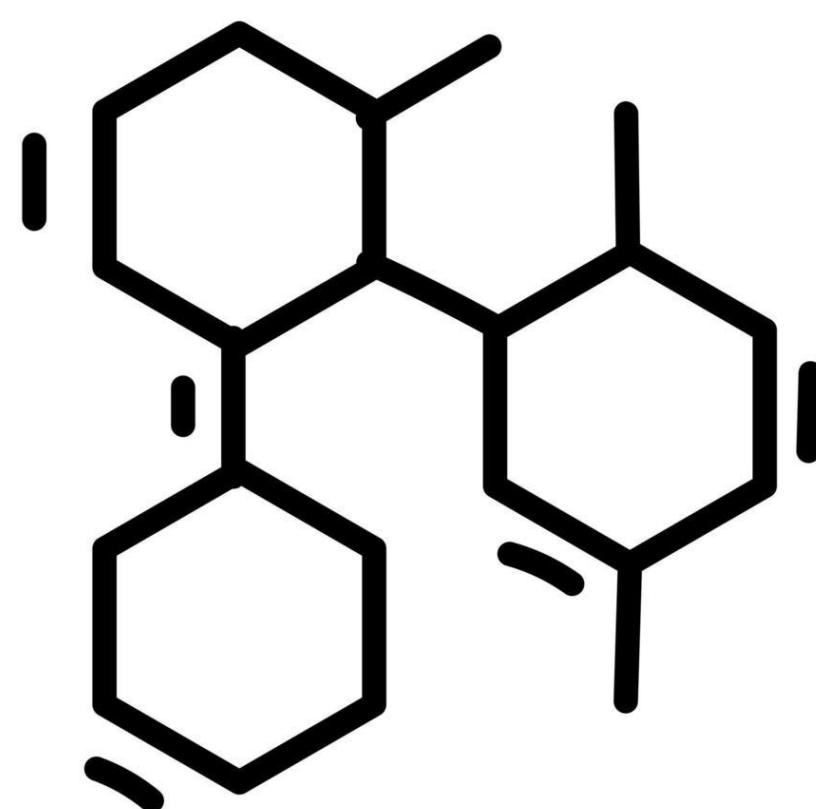


WYKŁAD nr 5

Charakterystyka i reakcje chemiczne substancji organicznych



Zakres merytoryczny:

- ❑ klasyfikacja i nazewnictwo związków organicznych (węglowodory alifatyczne i aromatyczne, chlorowcopochodne, alkohole, kwasy organiczne i ich sole, estry, substancje pochodzenia naturalnego),
- ❑ typy reakcji chemicznych związków organicznych.

Związki organiczne

Związki organiczne to wszystkie związki chemiczne zawierające **węgiel**, oprócz nielicznych najprostszych związków tradycyjnie zaliczanych do związków nieorganicznych (tlenek węgla, ditlenek węgla, disiarczki węgla, diselenek węgla, węgliki, cyjanowodór oraz kwas węglowy, cyjanowy, izocyjanowy, piorunowy i ich sole: węglany, wodorowęglany, cyjanki, cyjaniany). Mogą również zawierać inne pierwiastki chemiczne, tj. wodór, tlen i azot, siarka, fosfor oraz fluorowce



W związkach organicznych zawsze
węgiel jest czterowartościowy,
tlen – dwuwartościowy,
a wodór – jednowartościowy!

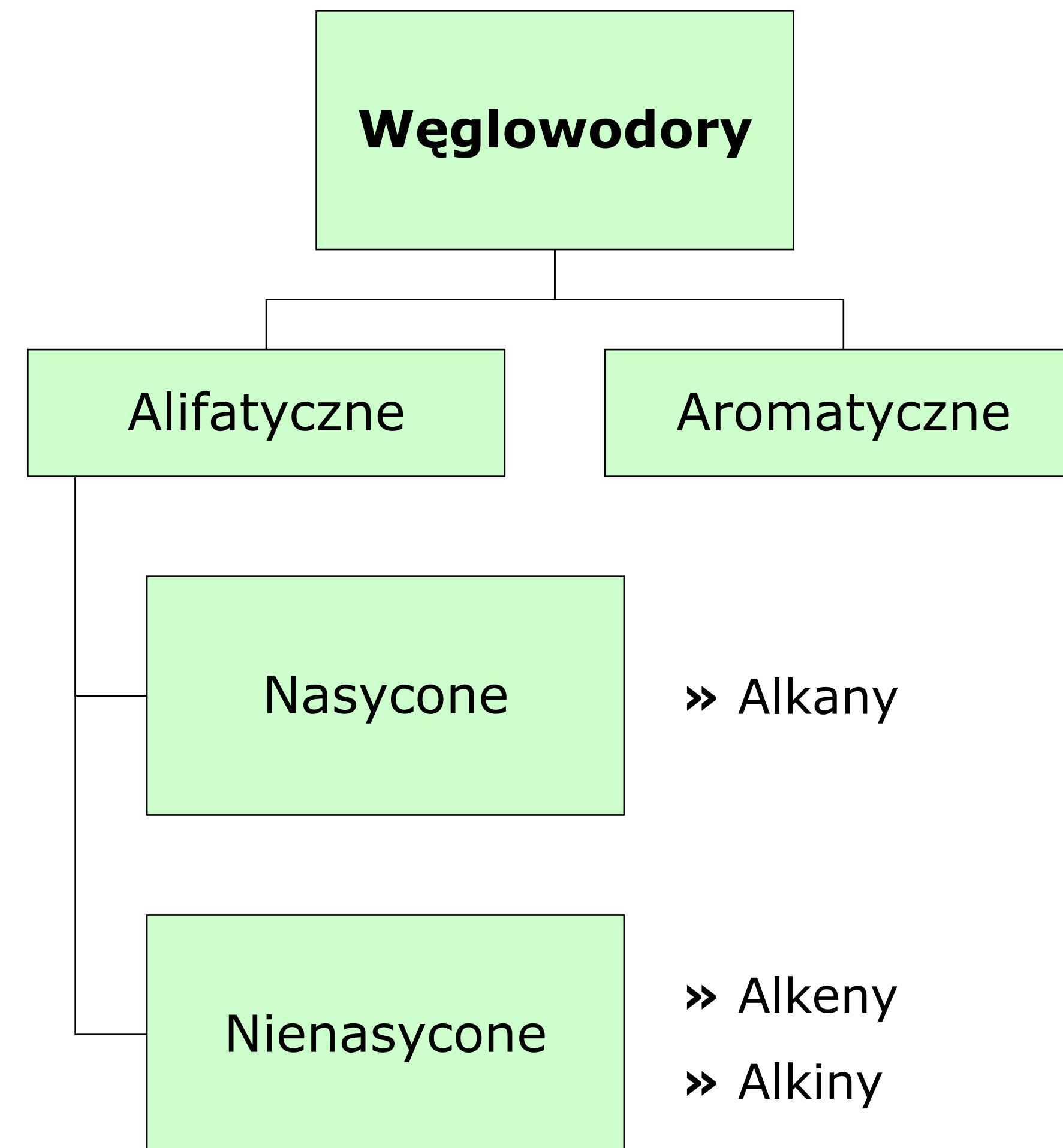


Węglowodory

- organiczne związki chemiczne, zawierające w swojej strukturze wyłącznie atomy **węgla** i **wodoru**
- wszystkie składają się z podstawowego szkieletu węglowego (powiązanych ze sobą atomów węgla) i przyłączonych do tego szkieletu atomów wodoru

Otrzymywanie

- Większość nasyconych węglowodorów alifatycznych otrzymuje się w wyniku destylacji ropy naftowej, a nienasyconych – poprzez termiczny kraking alkanów.
- Źródłem węglowodorów aromatycznych jest smoła węglowa oraz produkty przeróbki ropy naftowej



Węglowodory alifatyczne nasycone – alkany

Szereg homologiczny alkanów

- łańcuchowe węglowodory, w których cząsteczkach między atomami węgla występują wyłącznie **wiązania pojedyncze**

Wzór ogólny alkanów:



n – liczba atomów węgla w cząsteczce

Szereg homologiczny – zbiór związków chemicznych o zbliżonej budowie i właściwościach, które daje się zapisać wspólnym wzorem sumarycznym (w przypadku alkanów różnią się liczbą grup $-\text{CH}_2-$)

Nazwa	Wzór sumaryczny i półstrukturalny	
Metan	CH_4	CH_4
Etan	C_2H_6	$\text{CH}_3\text{-CH}_3$
Propan	C_3H_8	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Butan	C_4H_{10}	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Pentan	C_5H_{12}	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Heksan	C_6H_{14}	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Heptan	C_7H_{16}	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Oktan	C_8H_{18}	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Nonan	C_9H_{20}	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
Dekan	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Nazwa alkanu składa się z:

- rdzenia (liczby atomów węgla w łańcuchu głównym) i przyrostka „-an”

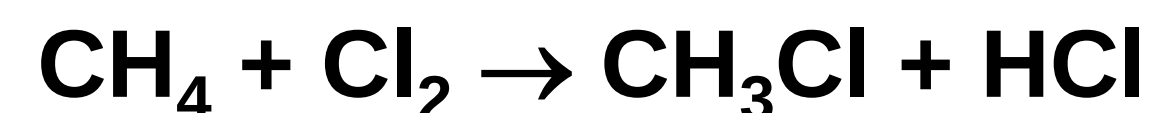


Alkany – typowe reakcje

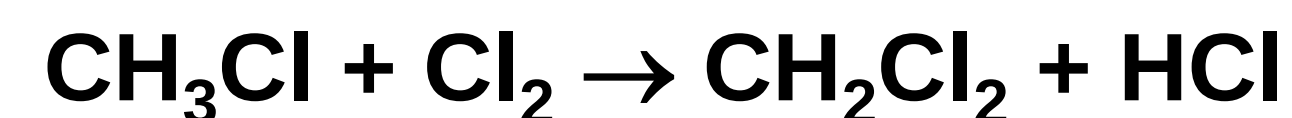
Węglowodory nasycone są na ogół mało reaktywne.

- **Reakcja substytucji (podstawienia)** – zamiana atomu lub grupy atomów w przez inny atom lub grupę atomów – alkany ulegają tzw. **reakcji fluorowcowania**. Reaktywność fluorowców maleje w szeregu $F > Cl > Br > I$.

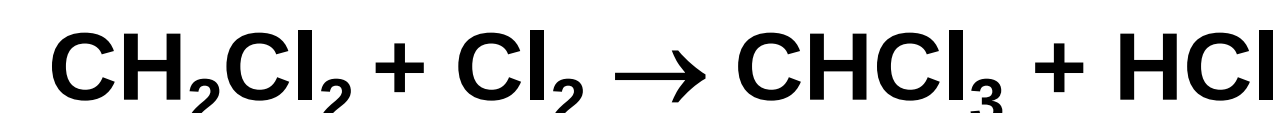
Przykładem może być reakcja metanu z chlorem:



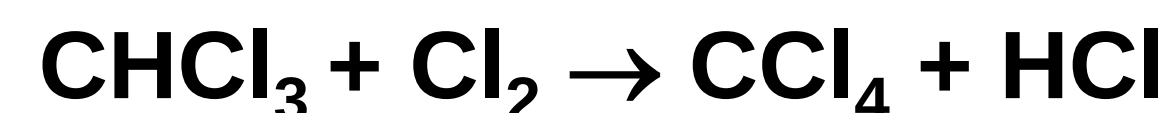
chlorometan



dichlorometan



trichlorometan



tetrachlorometan

- **Spalanie**



Węglowodory alifatyczne nienasycone – alkeny

Szereg homologiczny alkenów

- łańcuchowe węglowodory, w których występuje jedno **wiązanie podwójne** pomiędzy atomami węgla (C=C)

Wzór ogólny alkenów:



n – liczba atomów węgla w cząsteczce

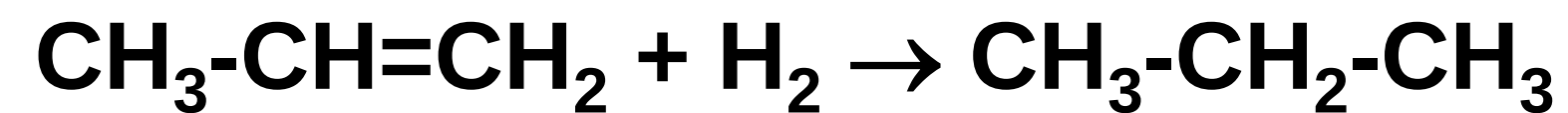
Nazwa alkenu składa się z:

- rdzenia (liczby atomów węgla w łańcuchu głównym)
- przyrostka „-en”

Nazwa	Wzór sumaryczny i półstrukturalny	
Et en	C_2H_4	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
Prop en	C_3H_6	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$
But en	C_4H_8	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Pent en	C_5H_{10}	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Heks en	C_6H_{12}	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Hept en	C_7H_{14}	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Ok ten	C_8H_{16}	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Non en	C_9H_{18}	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Dek en	$\text{C}_{10}\text{H}_{20}$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Alkeny – typowe reakcje

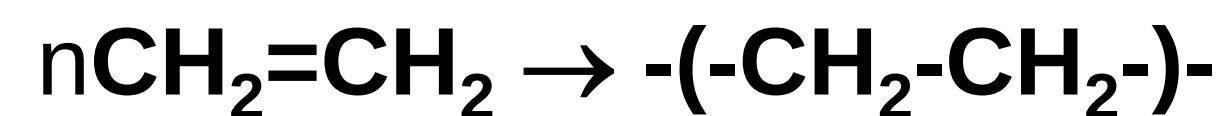
- **Reakcja addycji (przyłączania)** – przyłączenie cząsteczki (np. fluorowca) do wiązania wielokrotnego pomiędzy atomami węgla



- **Spalanie**



- **Polimeryzacja** (powstawanie tworzyw sztucznych)



etylen

polietylen



Węglowodory alifatyczne nienasycone – alkiny

Szereg homologiczny alkinów

- łańcuchowe węglowodory, w których występuje jedno **wiązanie potrójne** pomiędzy atomami węgla ($-\text{C}\equiv\text{C}-$)

Wzór ogólny alkinów:



n – liczba atomów węgla w cząsteczce

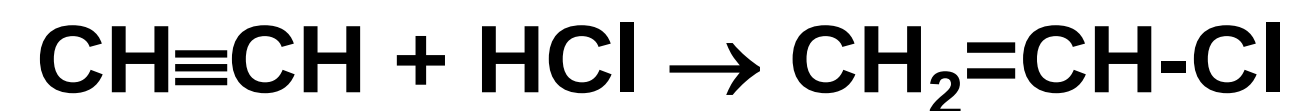
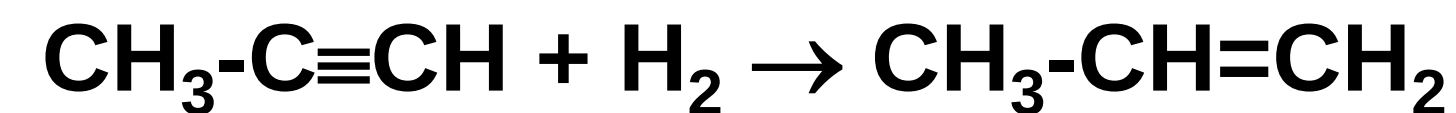
Nazwa alkinu składa się z:

- rdzenia (liczby atomów węgla w łańcuchu głównym)
- przyrostka „-yn”

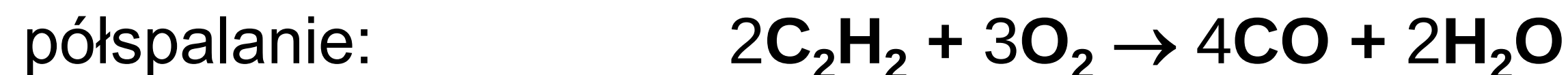
Nazwa	Wzór sumaryczny i półstrukturalny	
Et ^{yn} (acetylen)	C_2H_2	$\text{CH}\equiv\text{CH}$
Prop ^{yn}	C_3H_4	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
But ^{yn}	C_4H_6	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Pent ^{yn}	C_5H_8	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Heks ^{yn}	C_6H_{10}	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Hept ^{yn}	C_7H_{12}	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Okt ^{yn}	C_8H_{14}	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Non ^{yn}	C_9H_{16}	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Dek ^{yn}	$\text{C}_{10}\text{H}_{18}$	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Alkiny – typowe reakcje

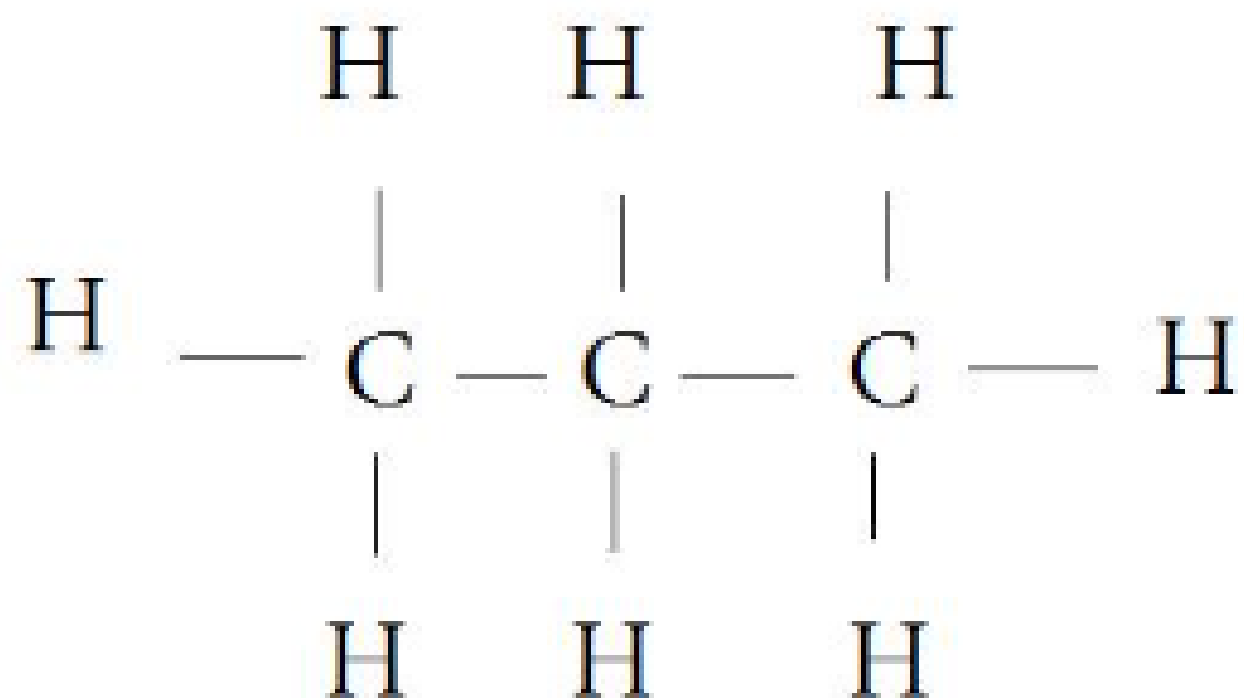
- Reakcja addycji (przyłączania)** – przyłączenie cząsteczki (np. fluorowca) do wiązania wielokrotnego pomiędzy atomami węgla.



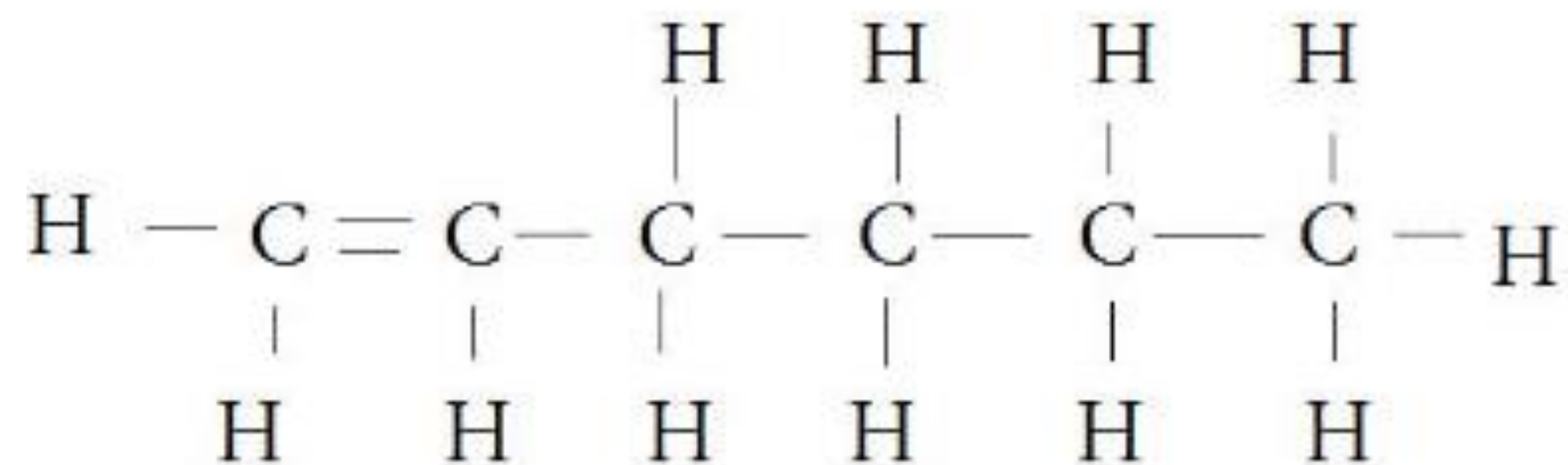
- Spalanie**



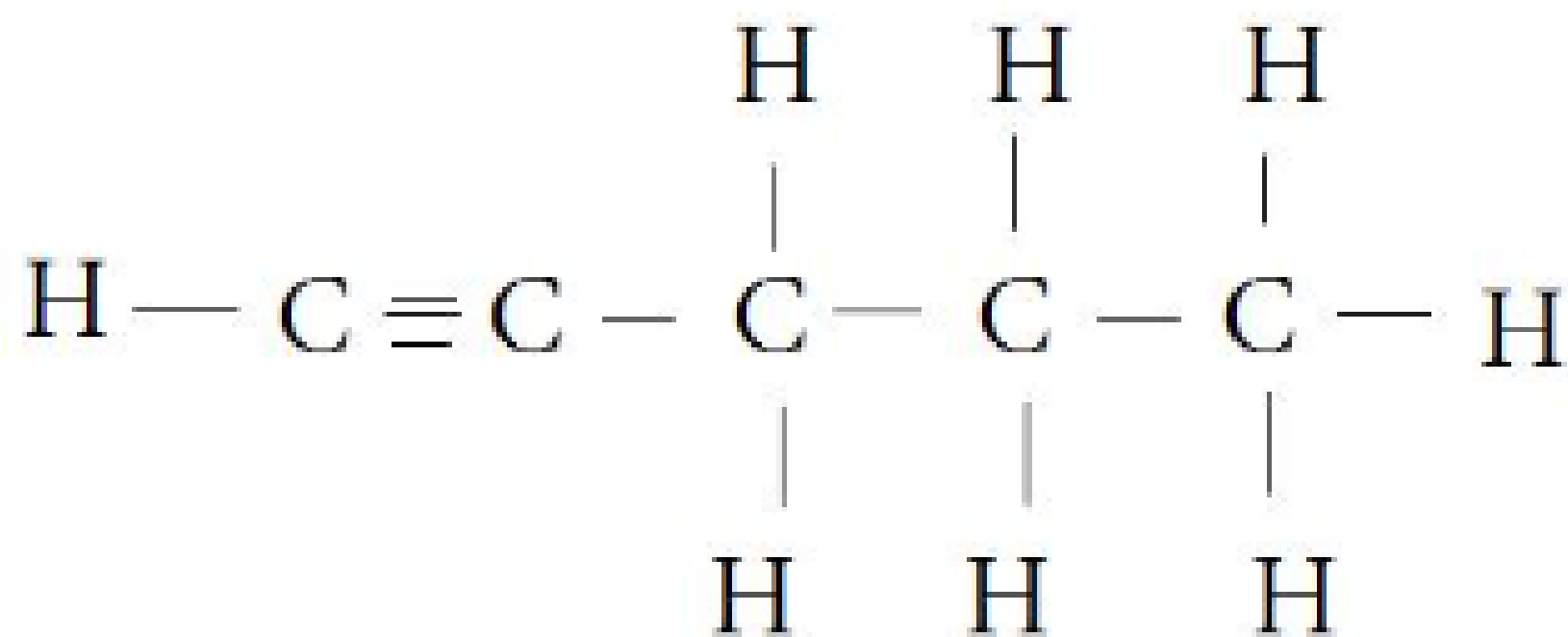
Węglowodory alifatyczne – przykładowe wzory strukturalne



Propan



Heksen



Pentyn

Łańcuchy boczne noszą nazwę reszt lub **grup alkilowych** i często oznaczane są we wzorach symbolem R, np.:

CH₃– **metyl**

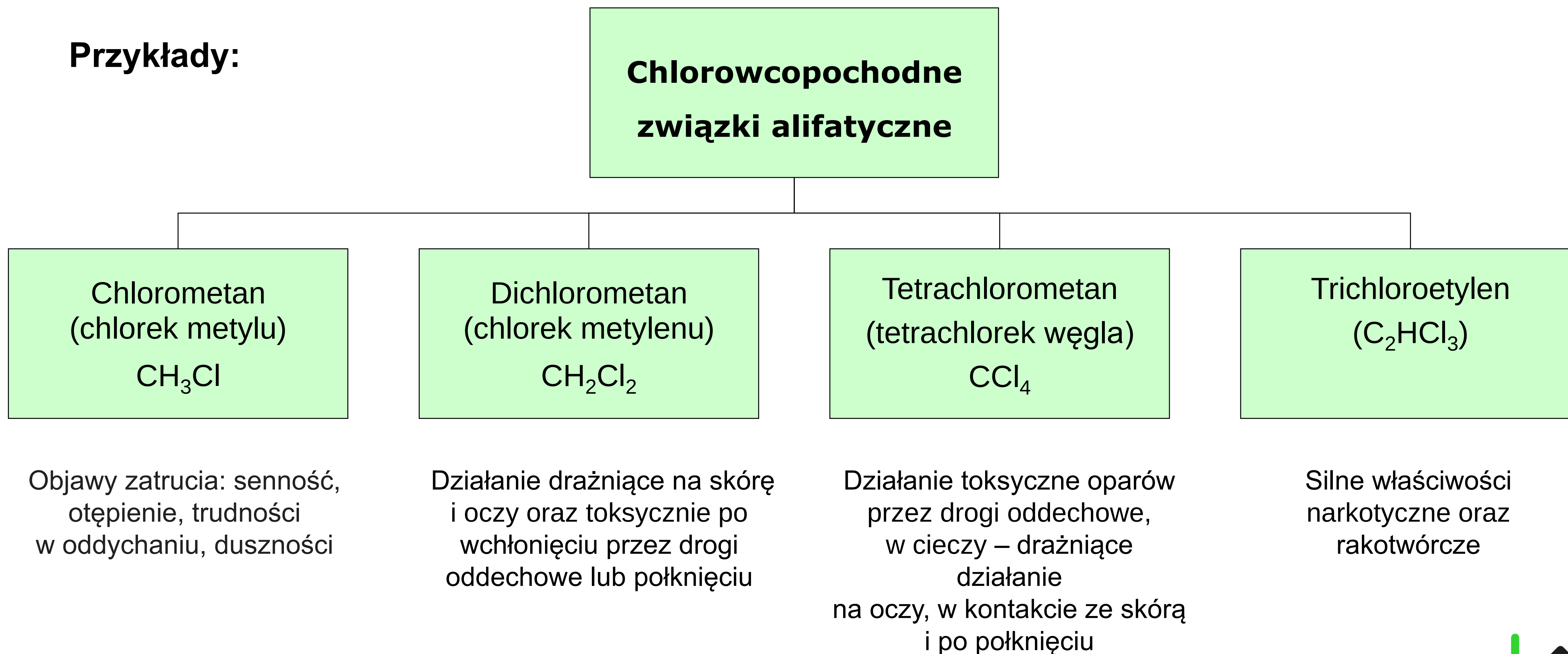
CH₃– CH₂– CH₂– **propyl**

CH₃– CH₂– CH₂– CH₂– **butyl**

Chlorowcopochodne węglowodory alifatyczne

- związki nasycone, zawierające w swoim składzie **węgiel**, **wodór** i chlorowce (fluorowce), tj. **F**, **Cl**, **Br**, **I**

Przykłady:

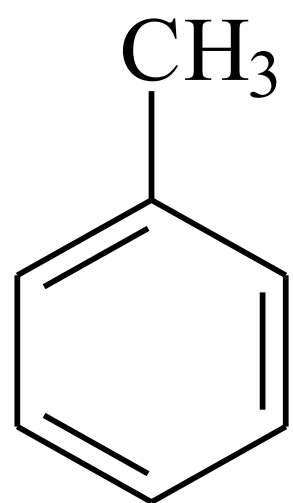


Węglowodory aromatyczne

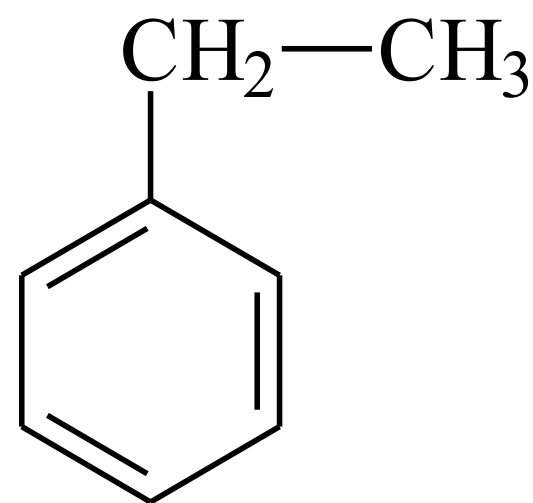
- związki organiczne, zawierające w cząsteczce sześcioczłonowy **pierścień aromatyczny** lub układ kilku pierścieni, do których mogą być podłączone podstawniki alkilowe lub aryłowe
- otrzymuje się je głównie poprzez rafinację ropy naftowej lub destylację smoły

Nazwy systematyczne węglowodorów aromatycznych tworzy się, biorąc za podstawę odpowiedni **układ aromatyczny**, do nazwy którego dodaje się odpowiednie **przedrostki**.

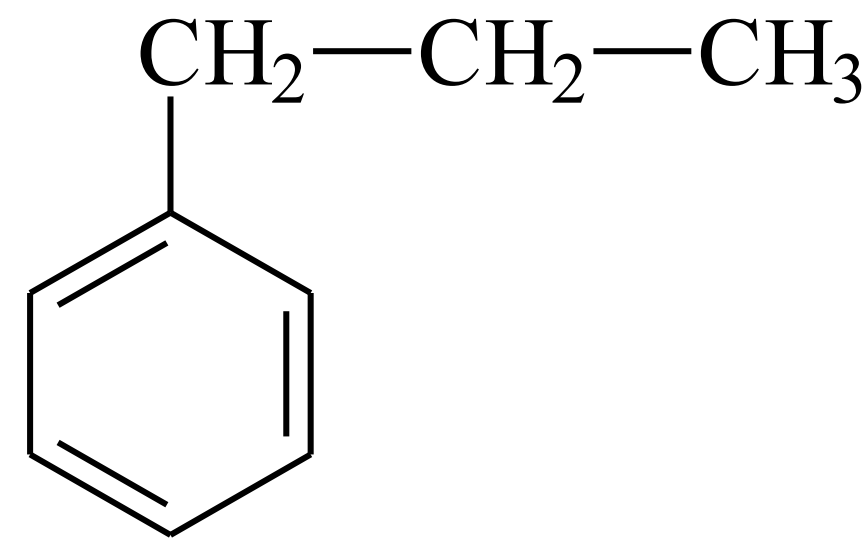
Struktury przykładowych homologów benzenu:



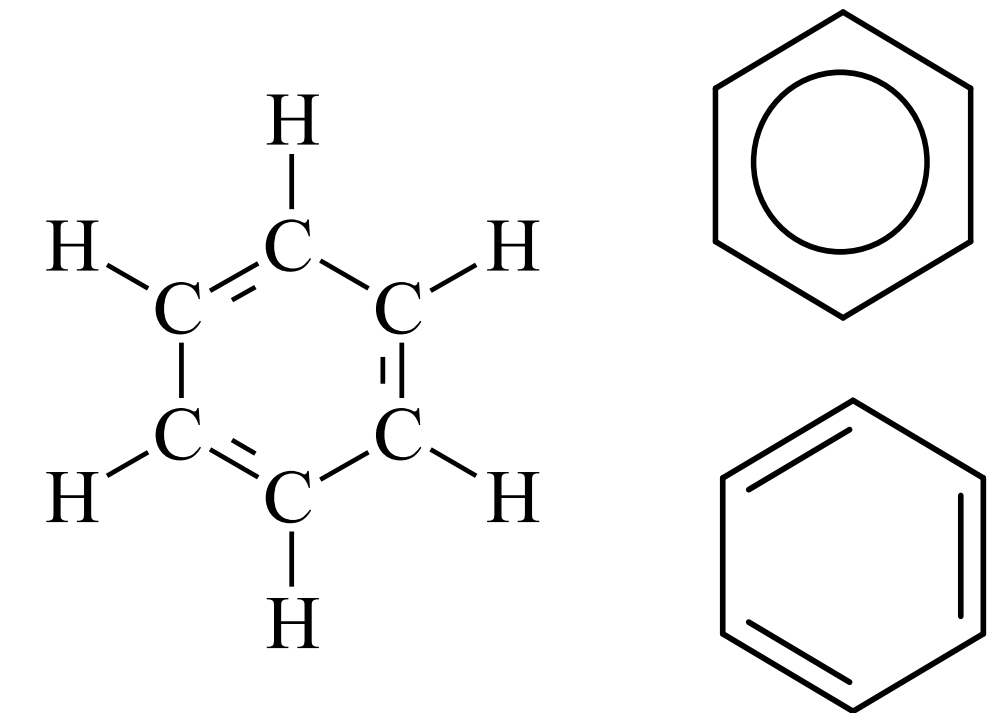
metylobenzen (**toluen**)



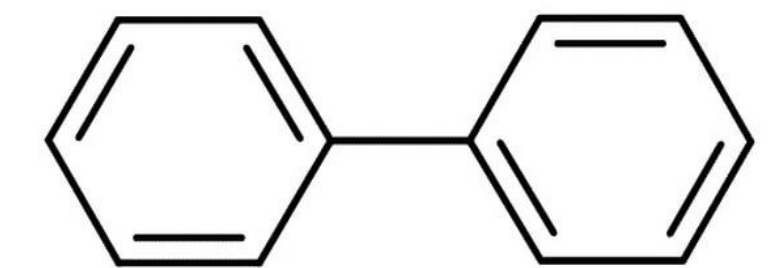
etylobenzen



propylobenzen

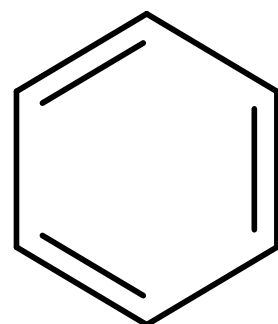


pierścień aromatyczny C_6H_6
benzen

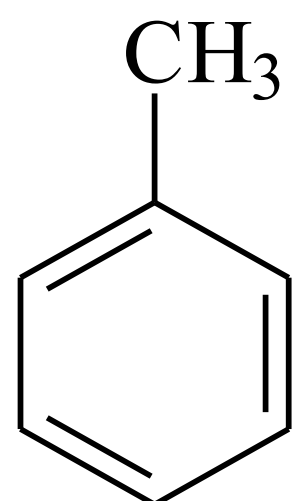


bifenyl
(dimer benzenu)

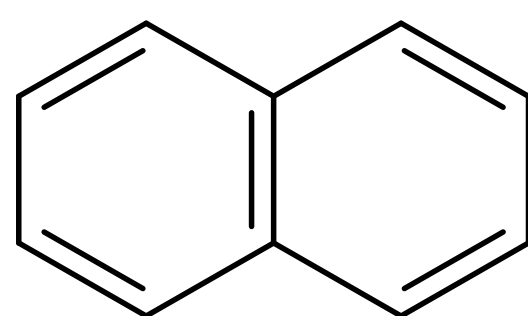
Właściwości węglowodorów aromatycznych



benzen



toluen

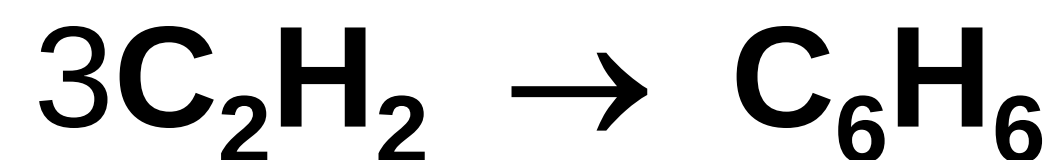


naftalen

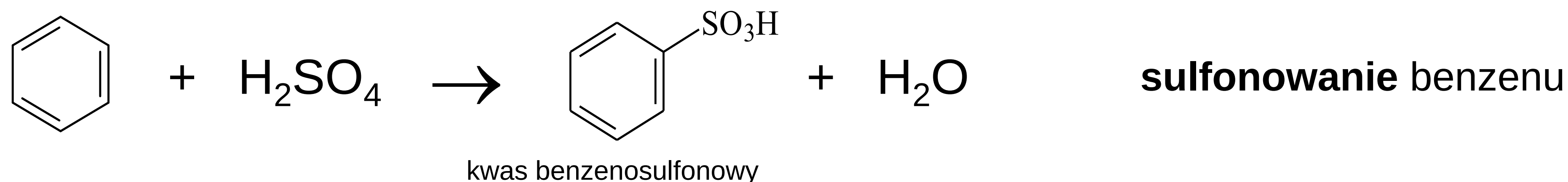
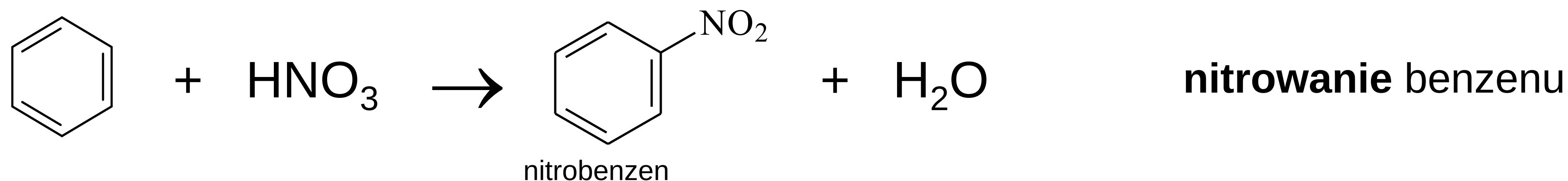
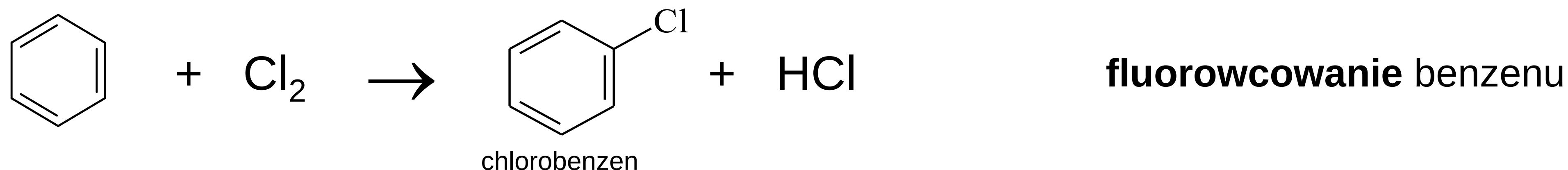
- Lotna, bezbarwna, łatwopalna ciecz o charakterystycznym zapachu, lżejsza od wody i praktycznie w niej nierozpuszczalna. Na powietrzu spala się, wydzielając znaczne ilości sadzy. Stosowana do otrzymywania surowców, niezbędnych w produkcji polimerów, barwników, środków dezynfekcyjnych, detergentów, środków owadobójczych i leków, a także jako rozpuszczalnik substancji organicznych. Opary działają toksycznie, a długotrwały kontakt skóry z ciekłym benzenem **może prowadzić do chorób nowotworowych**.
- Bezbarwna ciecz o charakterystycznym zapachu, słabo rozpuszczalna w wodzie, rozpuszczalna w alkoholu i węglowodorach, stosowana jako rozpuszczalnik oraz surowiec do otrzymywania m.in. barwników, materiałów wybuchowych oraz surowców do produkcji tworzyw sztucznych.
- Ciało stałe o charakterystycznym zapachu, nierozpuszczalne w wodzie, rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych, stosowane m.in. do produkcji barwników oraz jako środek przeciw molom.

Otrzymywanie i typowe reakcje węglowodorów aromatycznych

Otrzymywanie m.in. poprzez bezpośrednią syntezę węglowodorów łańcuchowych, np.:

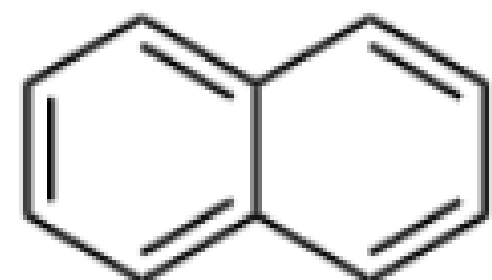


Reakcją typową dla węglowodorów aromatycznych jest **substytucja** (podstawienie):

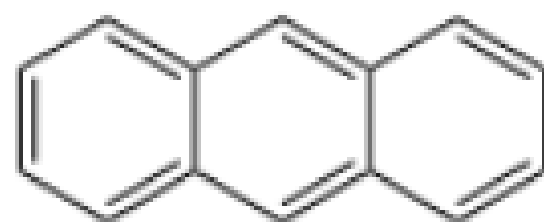


Reakcje spalania przebiegają analogicznie jak w przypadku węglowodorów alifatycznych, z wydzieleniem CO_2 , CO lub C .

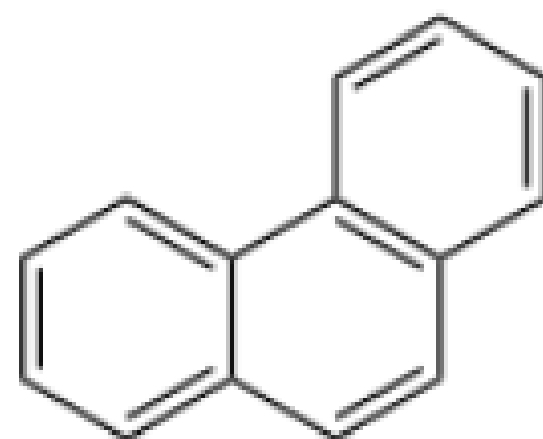
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)



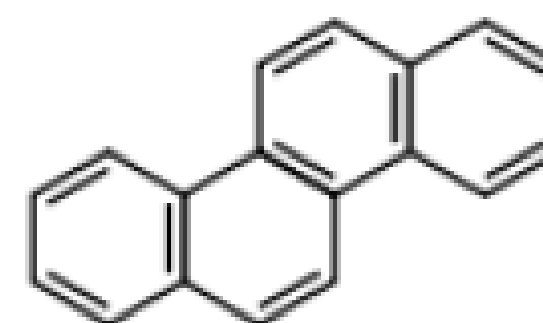
naftalen



antracen



fenantren



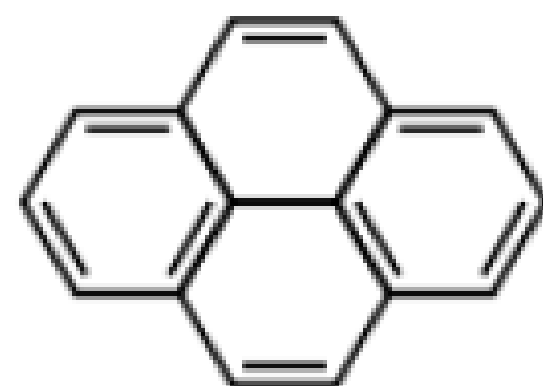
chryzen



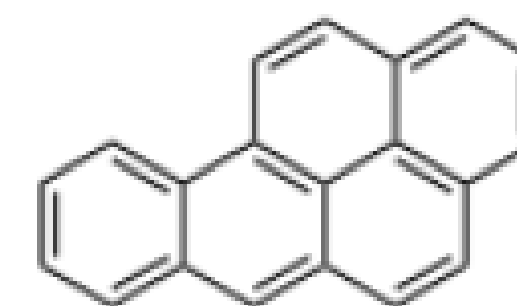
naftacen



pentacen



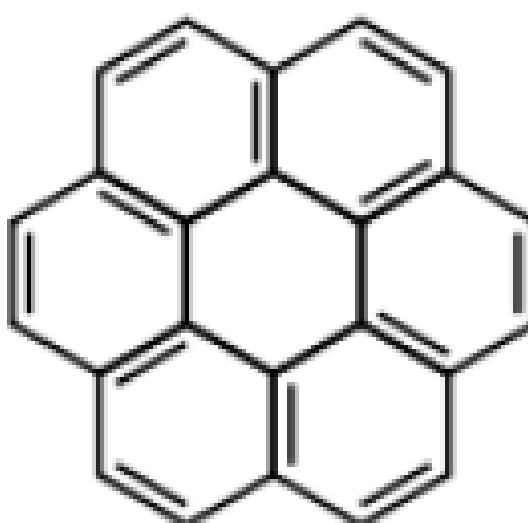
piren



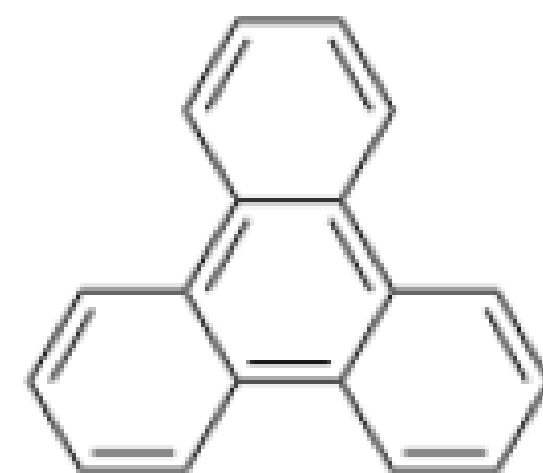
benzo(a)piren



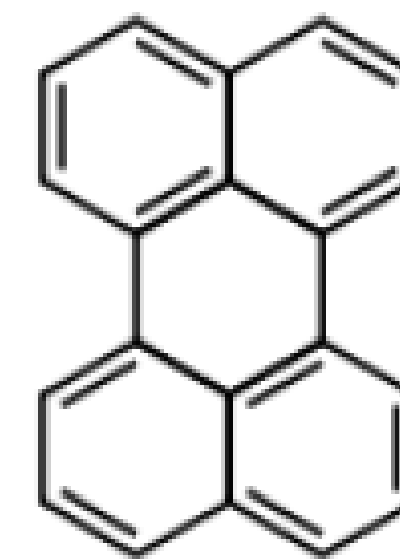
heksacen



koronen



trifenylen



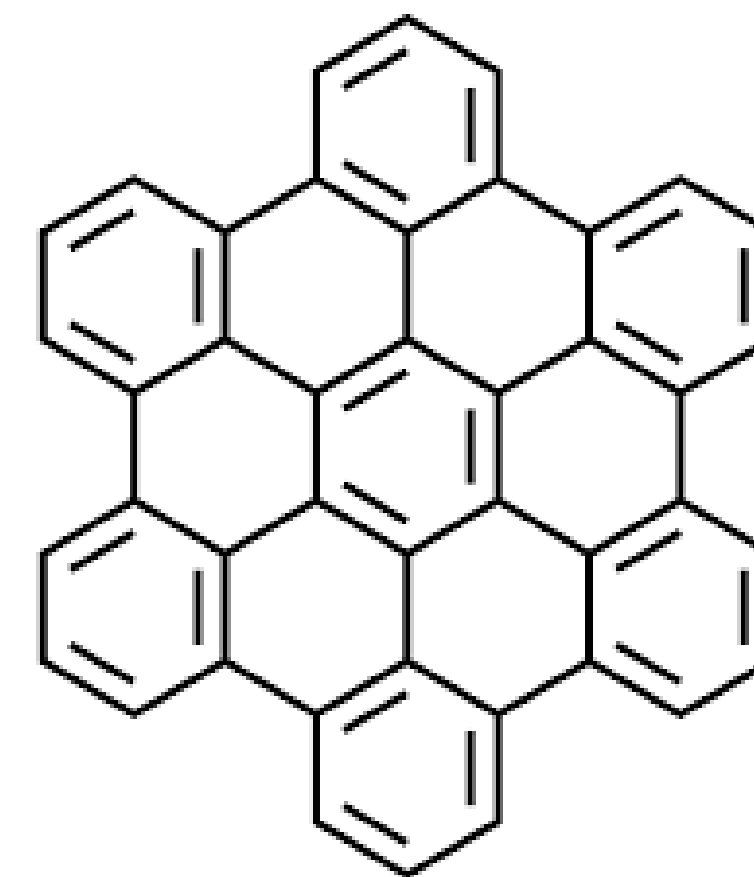
perylen

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA):

- policykliczne węglowodory, zawierające skondensowane pierścienie aromatyczne bez podstawników

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)

- mają właściwości kancerogenne, mutagenne i genotoksyczne



Źródła WWA

Naturalne

- pożary lasów
- wybuchy wulkanów



Spowodowane działalnością człowieka

- procesy spalania paliw kopalnianych
- produkcja energii w elektrowniach i elektrociepłowniach
- praca pojazdów silnikowych
- działalność przemysłowa, zwłaszcza przemysłu ciężkiego, koksowni, rafinerii i hut
- palenie wyrobów tytoniowych
- obróbka termiczna żywności poprzez wędzenie, grillowanie albo smażenie
- spalanie drewna (zwłaszcza iglastego)
- spalanie śmieci



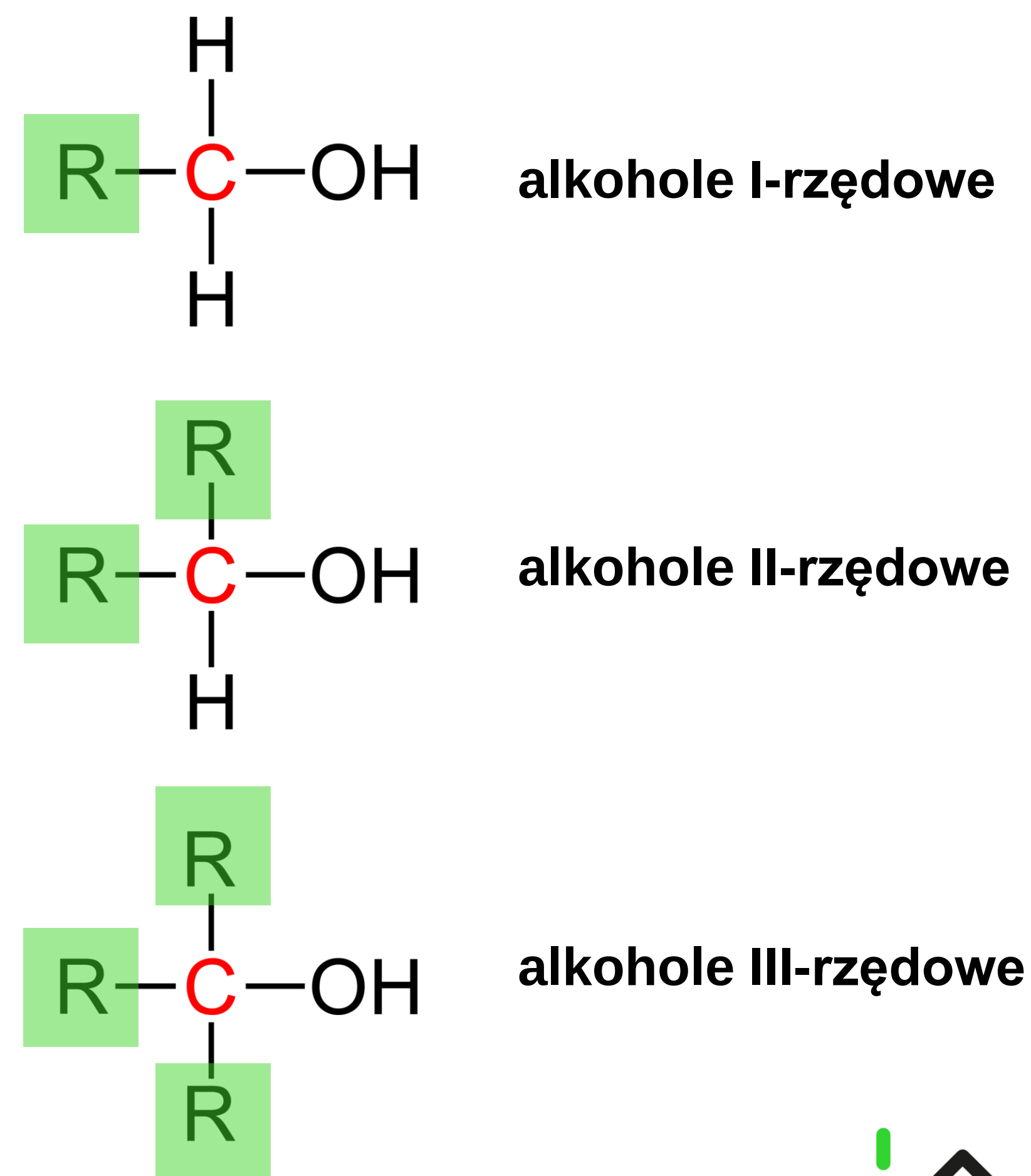
Alkohole

- pochodne węglowodorów, w cząsteczkach których atom/atomy wodoru zastąpiono grupą wodorotlenową –OH (zwaną też **grupą hydroksylową**)

Wzór ogólny: $C_nH_{2n+1}OH$

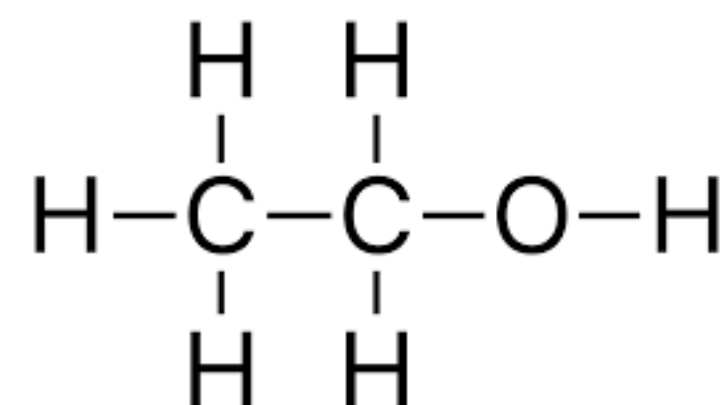
Nazwy alkoholi mogą być:

- jednoczłonowe – tworzy się je od **nazwy alkanu** o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce, dodając do niej zakończenie **-ol**, np. metan**ol** to pochodna metanu, etan**ol** – pochodna etanu
- dwuczłonowe – tworzy się je, dodając do słowa **alkohol** nazwę pochodzącą od odpowiedniego węglowodoru, zmieniając zakończenie -an na **-ylowy**, np. **alkohol metylowy**

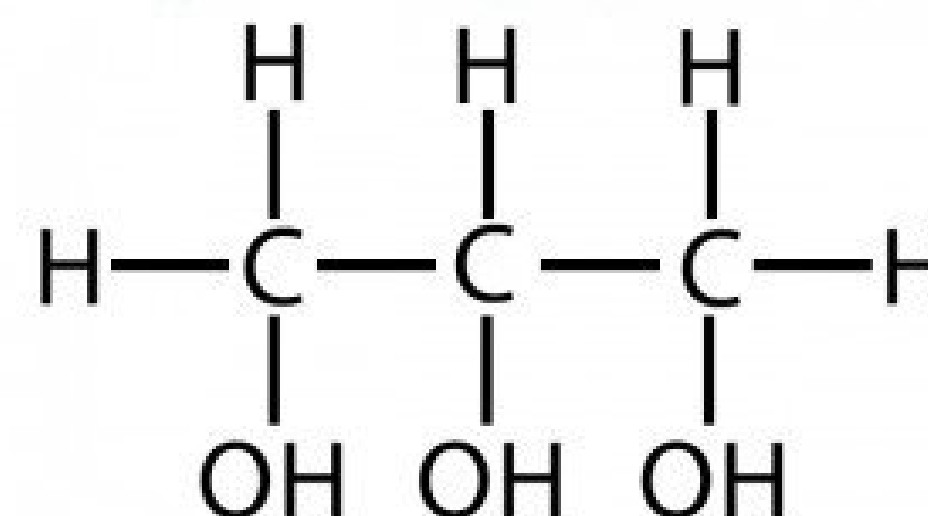


Alkohole

Nazwa alkoholu	Wzór sumaryczny i półstrukturalny	
Metan ol (alkohol metyl owy)	CH_3OH	$\text{CH}_3\text{-OH}$
Etan ol (alkohol etyl owy)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$
Propan ol (alkohol propyl owy)	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$
Butan ol (alkohol butyl owy)	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$

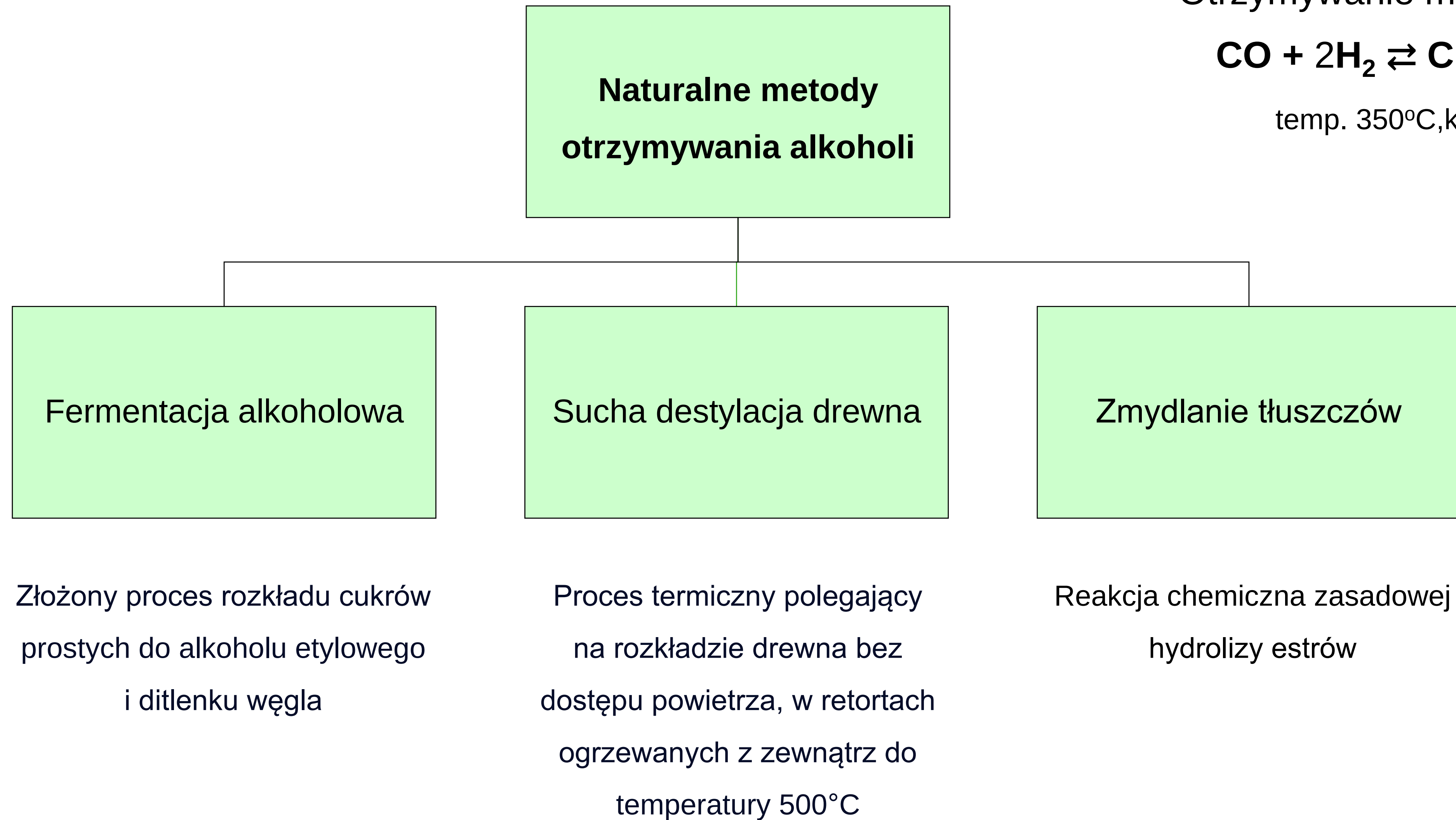


Wzór strukturalny:
etanol (alkohol etylowy)

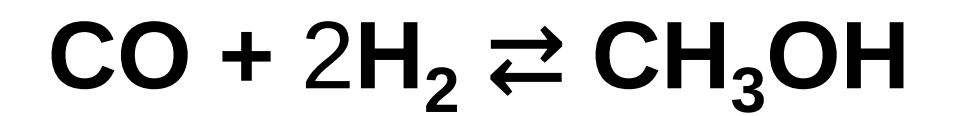


Wzór strukturalny:
glicerol (gliceryna)

Otrzymywanie alkoholi



Otrzymywanie metanolu:

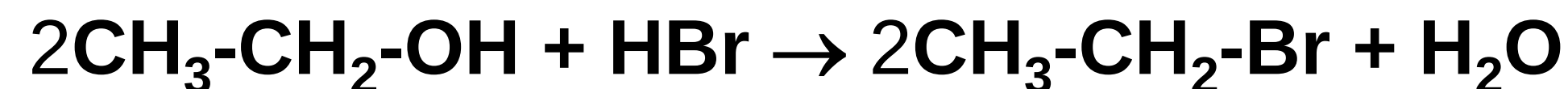
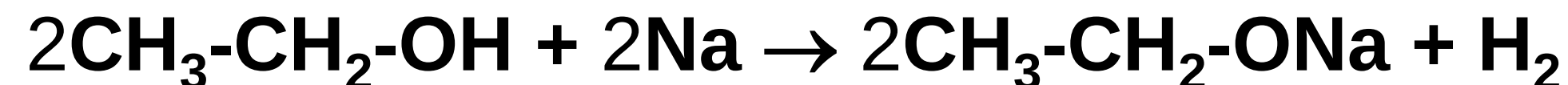


temp. 350°C, kat.

Właściwości, zastosowania i typowe reakcje alkoholi

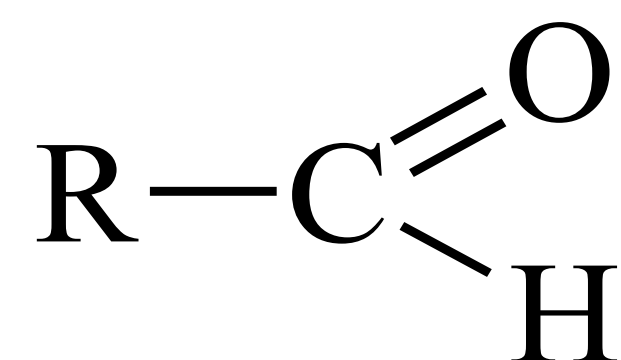
- **Alkohol metylowy (metanol)** – bezbarwna ciecz; miesza się z wodą w każdym stosunku; jest silną trucizną; spala się bladoniebieskim płomieniem
Zastosowania metanolu: produkcja barwników, dodatek do paliwa lotniczego, paliwo w silnikach spalinowych, produkcja rozpuszczalników i leków
- **Alkohol etylowy (etanol)** – w temperaturze pokojowej bezbarwna, łatwopalna ciecz o swoistym zapachu i piekącym smaku; w obecności powietrza pali się słabo widocznym, niebieskawym płomieniem
Zastosowania etanolu: produkcja napojów alkoholowych, środków zapachowych, środków dezynfekcyjnych i leków

Typowe reakcje na przykładzie etanolu:



Aldehydy

- pochodne węglowodorów, zawierające w cząsteczce **grupę –CHO**. Aldehydy o wyższych masach cząsteczkowych są ciałami stałymi. Atom węgla grupy karbonylowej $>C=O$, połączony jest z jednym atomem wodoru i jednym podstawnikiem węglowodorowym R (wyjątek stanowią metanal).

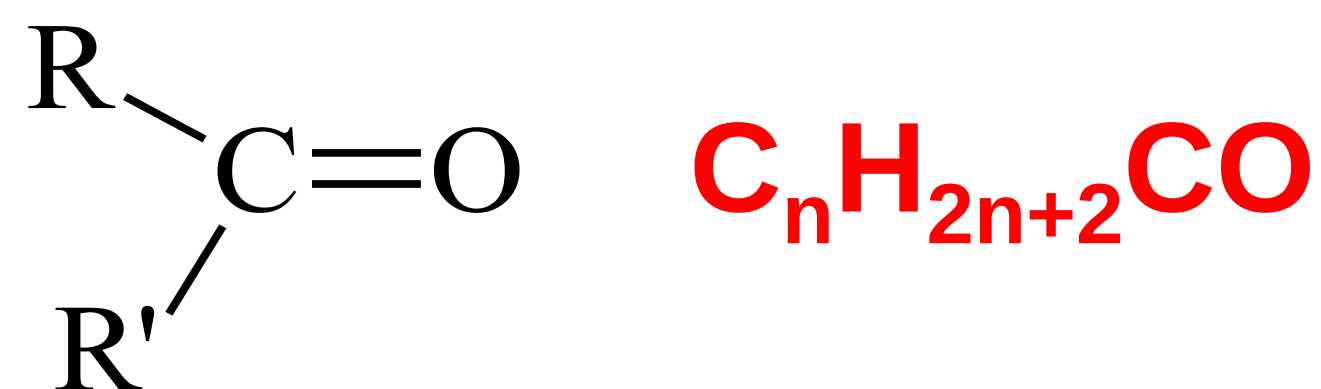


Nazwy systematyczne aldehydów tworzone są od **nazwy alkanu**, zawierającego tyle atomów węgla, ile ma aldehyd w najdłuższym łańcuchu, dodając końcówkę **-al**.

Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
metanal	aldehyd mrówkowy (formaldehyd)	HCHO	$H-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$
etanal	aldehyd octowy	CH ₃ CHO	$CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$
propanal	aldehyd propionowy	C ₂ H ₅ CHO	$CH_3-CH_2-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$
butanal	aldehyd masłowy	C ₃ H ₇ CHO	$CH_3-CH_2-CH_2-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$

Ketony

- pochodne węglowodorów, zawierające w cząsteczce **grupę ketonową, tj. karbonylową $>\text{C}=\text{O}$** . Atom węgla grupy $>\text{C}=\text{O}$ połączony jest z dwoma podstawnikami węglowodorowymi R i R'. Ketony z niewielkimi grupami alkilowymi są cieczami, które dobrze mieszają się zarówno z wodą, jak i z rozpuszczalnikami organicznymi



Nazwy systematyczne ketonów tworzy się od **nazwy najdłuższego łańcucha** węglowodorowego, zawierającego grupę karbonylową, dodając przedrostek z **numerem atomu węgla** grupy karbonylowej oraz końcówkę **–on**.

Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa	Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
propanon	keton dimetylowy (aceton)	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
butanon	keton etylometylowy	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
2-pentanon	keton metylowopropylowy	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
3-pentanon	keton etylowoetylowy	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Aminy

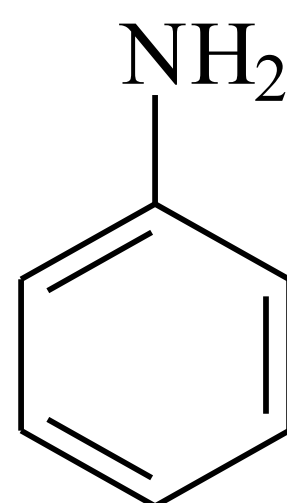
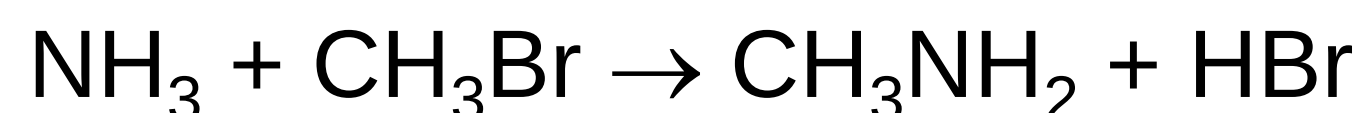
- pochodne węglowodorów, zawierające **grupę aminową** -NH_2 , będącą organiczną pochodną amoniaku (NH_3) – poprzez zastąpienie atomu wodoru przez podstawnik alkilowy (**aminy alifatyczne**) lub aryłowy (**aminy aromatyczne**). Nazwy amin alifatycznych tworzy się przez dodanie przyrostka **–amina** do **nazwy grupy alkilowej**, związanej z atomem azotu. :

Wzór ogólny amin alifatycznych:



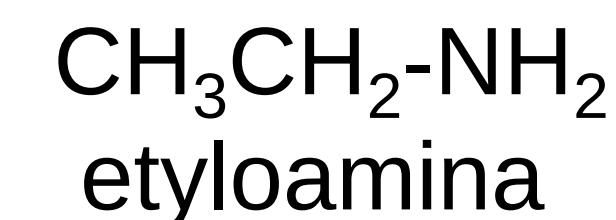
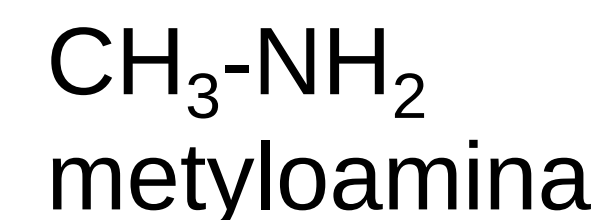
Przykłady:

Otrzymywanie amin I-rzędowych:



fenyloamina
(anilina)

amina aromatyczna



aminy alifatyczne

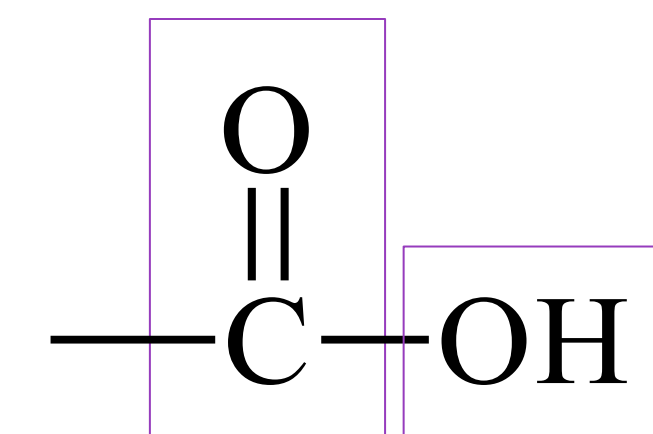
Metyloamina i etyloamina są w temperaturze pokojowej gazami o zapachu amoniaku.

Większość pozostałych amin alifatycznych to ciecze lub ciała stałe o dobrej rozpuszczalności w wodzie. **Aminy aromatyczne są na ogół silnymi truciznami.**

Kwasy karboksylowe

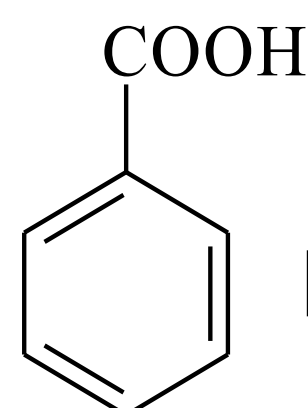
- pochodne węglowodorów, w cząsteczkach których atom wodoru zastąpiono **grupą karboksylową –COOH** (w skład której wchodzi **grupa karbonylowa** $>\text{C}=\text{O}$ i **grupa hydroksylowa** $-\text{OH}$)

Wzór ogólny:



Nazwy systematyczne kwasów tworzy się od **nazwy alkanu**, który ma w cząsteczce tyle samo atomów węgla, ile cząsteczka kwasu, dodając słowo **kwas** i końcówkę **–owy**, np. **kwas** metan**owy**

Nazwa systematyczna	Nazwa zwyczajowa	Wzór sumaryczny i półstrukturalny	
Kwas metanowy	Kwas mrówkowy	HCOOH	$\text{H}-\text{COOH}$
Kwas etanowy	Kwas octowy	CH_3COOH	CH_3-COOH
Kwas propanowy	Kwas propionowy	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Kwas butanowy	Kwas masłowy	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Kwas pentanowy	Kwas walerianowy	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$



Kwas benzenokarboksylowy (**kwas benzoesowy**)

Wyższe kwasy karboksylowe (wyższe kwasy tłuszczowe)

- wyższe kwasy karboksylowe nazywane są **kwasami tłuszczowymi** (można je wyodrębnić z tłuszczów)
- wyższe kwasy tłuszczowe zawierają długie łańcuchy węglowe (≥ 10 atomów węgla)

Przykłady:

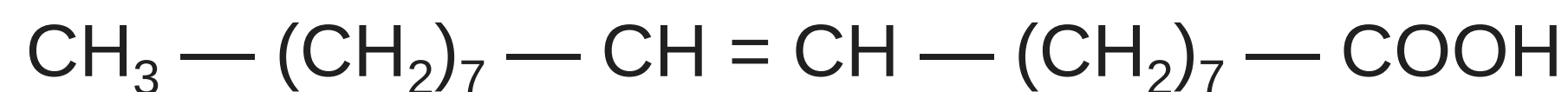
Nasycone kwasy tłuszczowe: palmitynowy i stearynowy to substancje stałe, o barwie białej, które nie są rozpuszczalne w wodzie; łatwo się topią w czasie ogrzewania.

Kwas palmitynowy: $C_{15}H_{31}COOH$

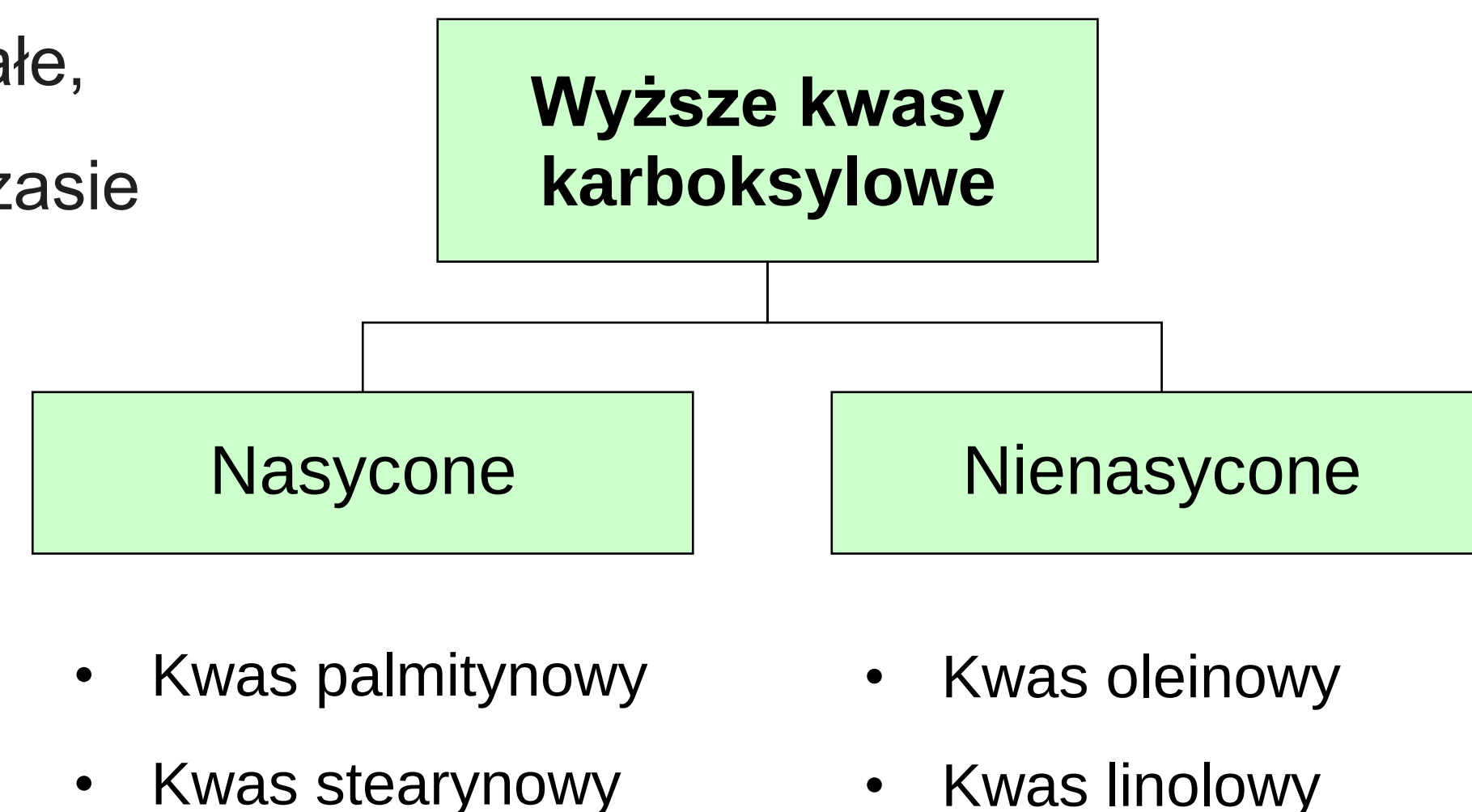
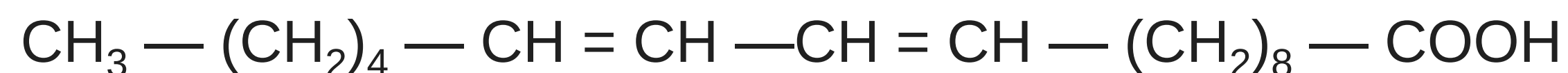
Kwas stearynowy: $C_{17}H_{35}COOH$

Nienasycone kwasy tłuszczowe: oleinowy (oleista, jasnożółta ciecz, która nie rozpuszcza się w wodzie) i linolowy (oleista, bezbarwna ciecz).

Kwas oleinowy: $C_{17}H_{33}COOH$



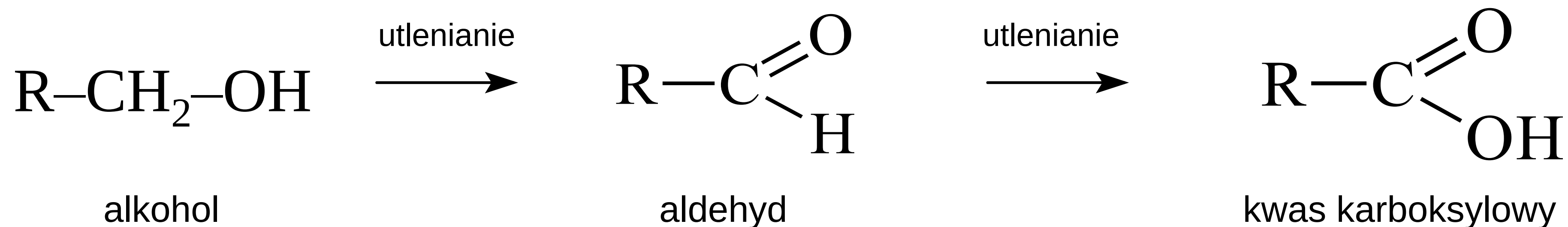
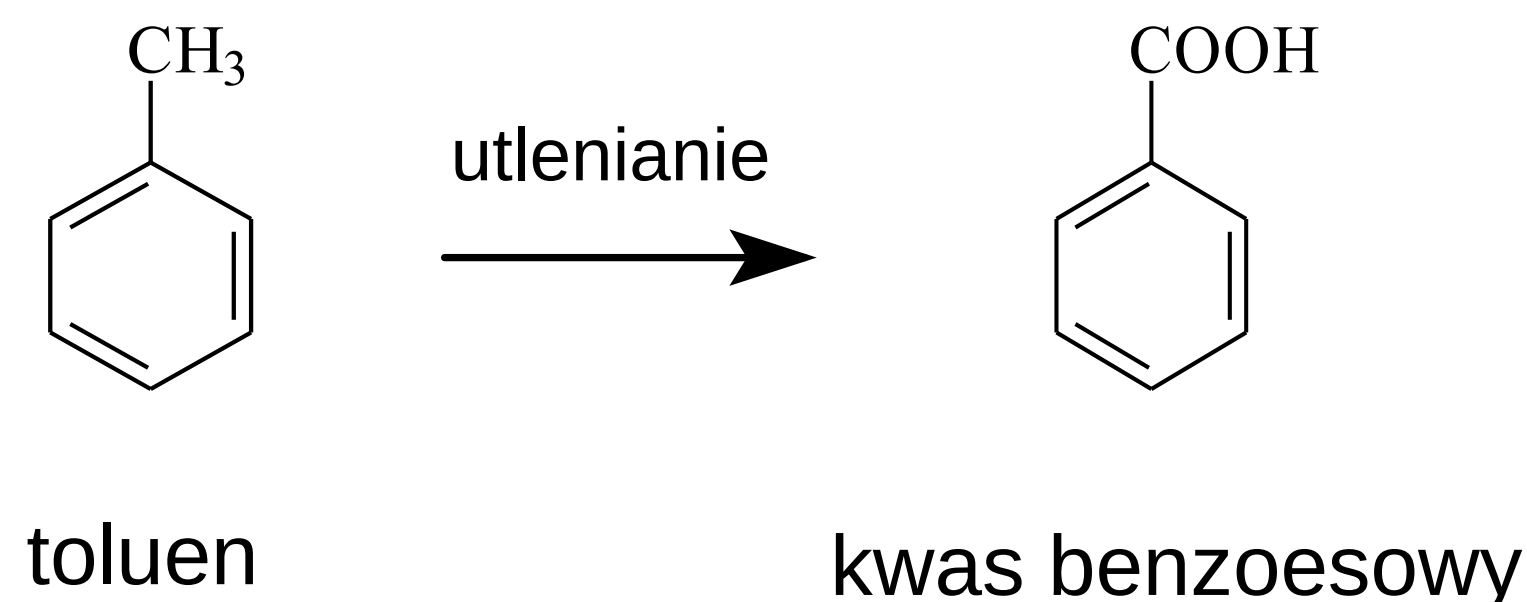
Kwas linolowy: $C_{17}H_{31}COOH$



Otrzymywanie kwasów karboksylowych

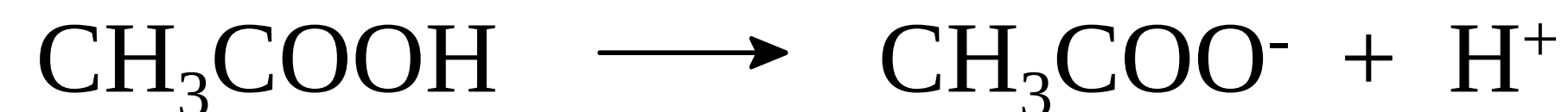
- otrzymywanie kwasów karboksylowych to z reguły utlenianie alkoholi I-rzędowych lub aldehydów (lub alkilowych pochodnych benzenu)
- można to zrobić etapowo (poprzez aldehyd) lub od razu z alkoholu, jeśli tylko użyjemy mocnego utleniacza

Kwasy karboksylowe, z nielicznymi wyjątkami, są **słabymi kwasami**, tzn. w roztworach wodnych dysocjują w niewielkim stopniu.

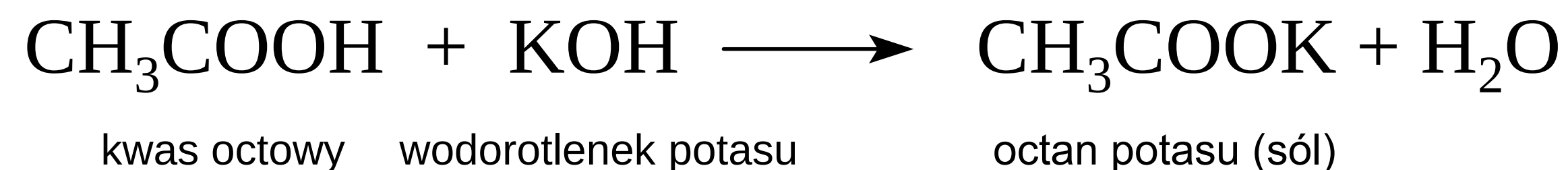


Kwasy karboksylowe – typowe reakcje

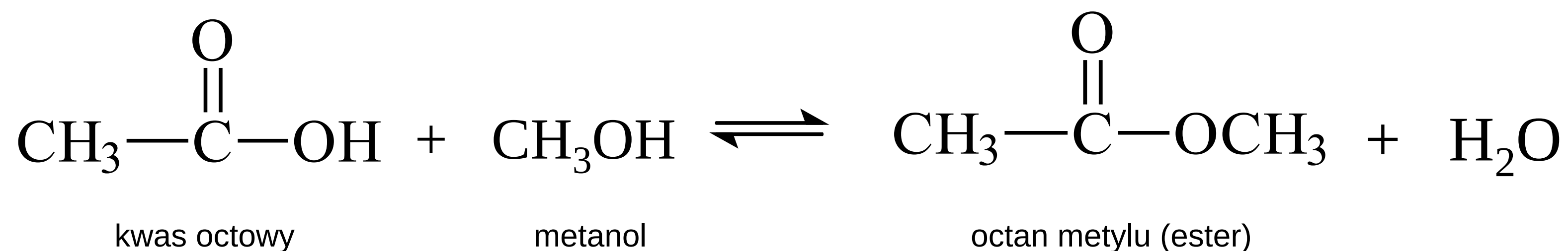
dysocjacja elektrolityczna:



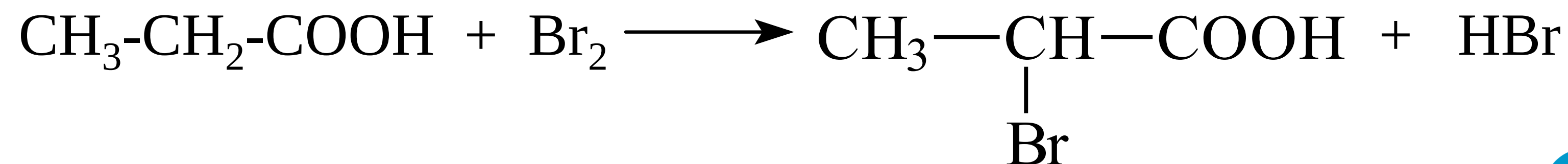
- reakcja z metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami



- reakcja z alkoholami (estryfikacja)

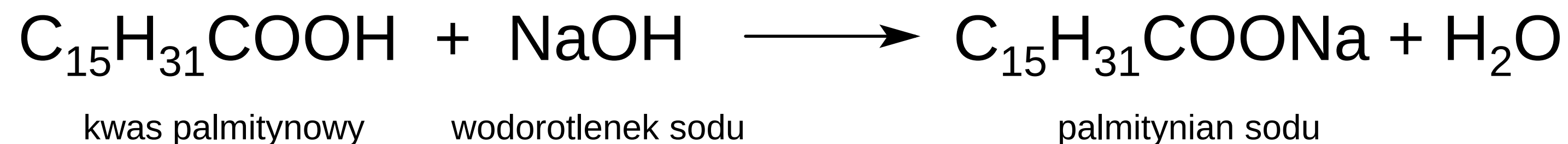


- reakcja z fluorowcami



Sole kwasów karboksylowych

- powstają w reakcji kwasów karboksylowych z aktywnymi metalami, tlenkami metali oraz wodorotlenkami:



- nazwy systematyczne tworzy się od **nazwy kwasu**, który ma w cząsteczce tyle samo atomów węgla, ile cząsteczka soli, dodając końcówkę **–an** i nazwę metalu, np. propion**an potasu**

Wzór ogólny:



gdzie:

Me - metal

Przykład:

CH_3COOK – octan potasu, sól potasowa kwasu octowego

$\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ – benzoesan sodu, sól sodowa kwasu benzoesowego

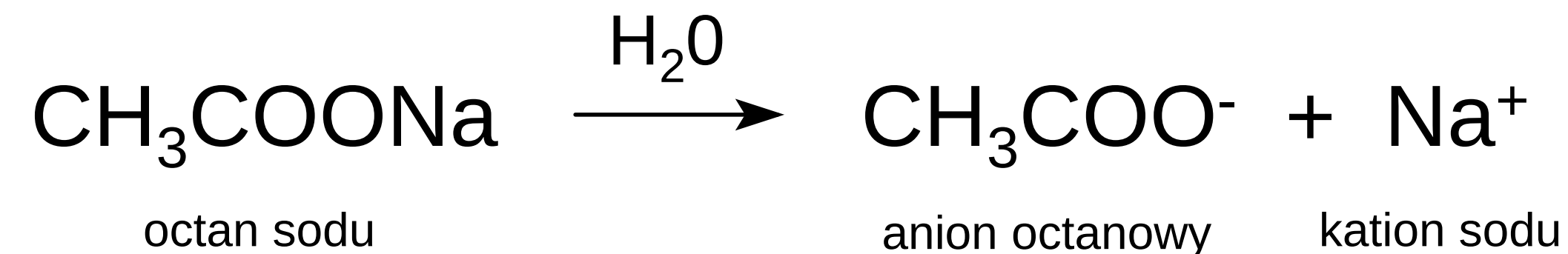
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}$ – palmitynian sodu, sól sodowa kwasu palmitynowego (mydło)



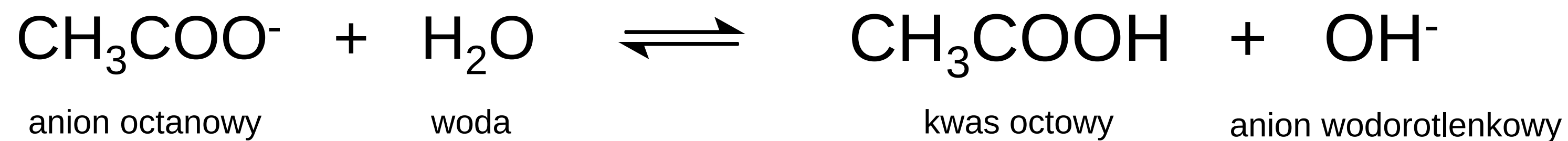
Sole kwasów karboksylowych – typowe reakcje

Sole ulegają dysocjacji elektrolitycznej, następnie jony, pochodzące od słabych elektrolitów, ulegają hydrolizie

Dysocjacja elektrolityczna:



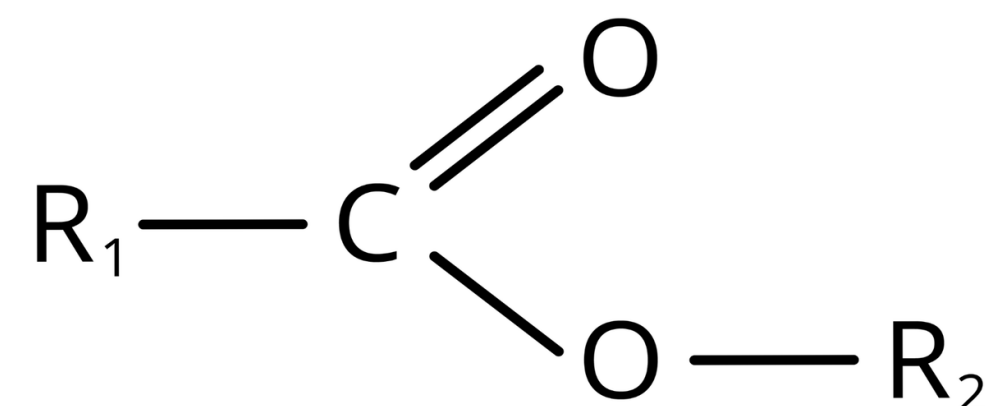
Hydroliza anionowa:



Estry

- pochodne kwasów karboksylowych oraz alkoholi, zbudowane z atomów węgla, wodoru i tlenu
- nazwy estrów są dwuwyrazowe – pierwszy człon pochodzi od nazwy kwasu, drugi – od alkoholu

Wzór ogólny:



gdzie:

grupa —COO— grupa estrowa

R1 - grupa węglowodorowa pochodząca od kwasu karboksylowego

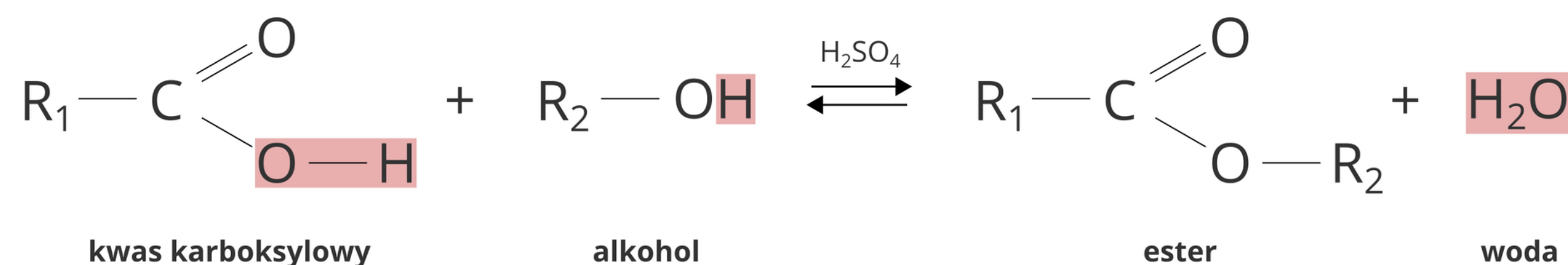
R2 – grupa alkilowa pochodząca od alkoholu

Kwas karboksylowy	Nazwa soli pochodzącej od kwasu	Alkohol	Nazwa grupy alkilowej	Nazwa estru
Kwas metanowy (mrówkowy)	Metanian (mrówczan)	Metanol	Metyl	Metanian metylu (mrówczan metylu)
Kwas etanowy (octowy)	Etanian (octan)	Etanol	Etyl	Etanian etylu (octan etylu)
Kwas propanowy (propionowy)	Propanian (propionian)	Propanol	Propyl	Propanian propylu (propionian propylu)
Kwas butanowy (masłowy)	Butanian (maślan)	Butanol	Butyl	Butanian butylu (maślan butylu)

Otrzymywanie estrów

Reakcja estryfikacji

- reakcja kwasu karboksylowego z alkoholem

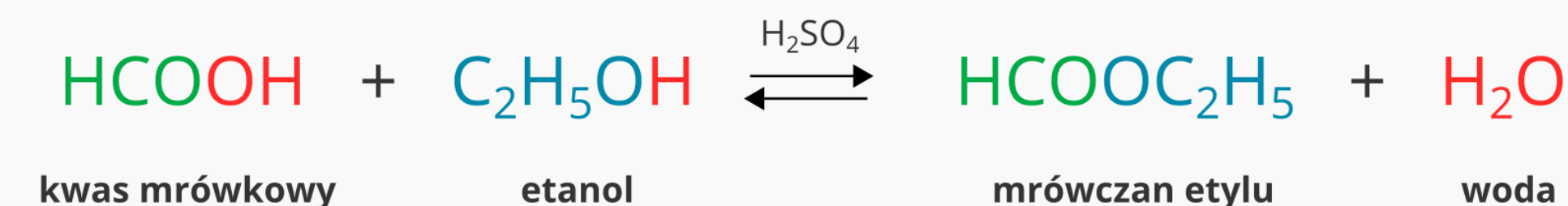


gdzie:

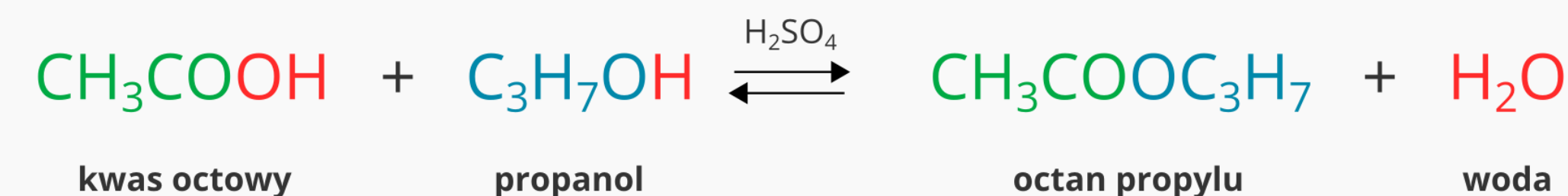
R_1 – grupa węglowodorowa, pochodząca od kwasu karboksylowego (lub atom wodoru w przypadku kwasu metanowego)

R_2 – grupa alkilowa pochodząca od alkoholu

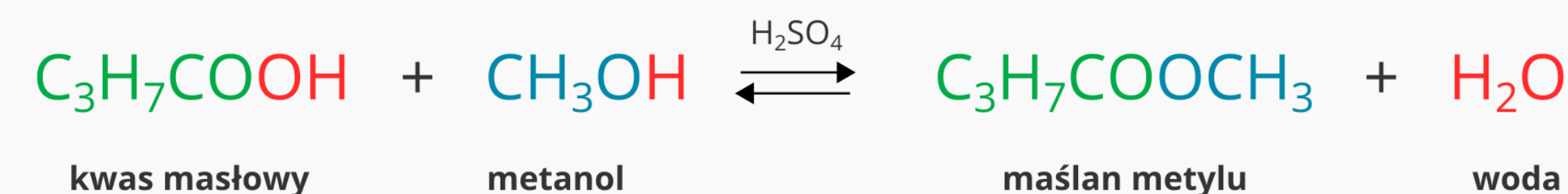
Przykład 1



Przykład 2



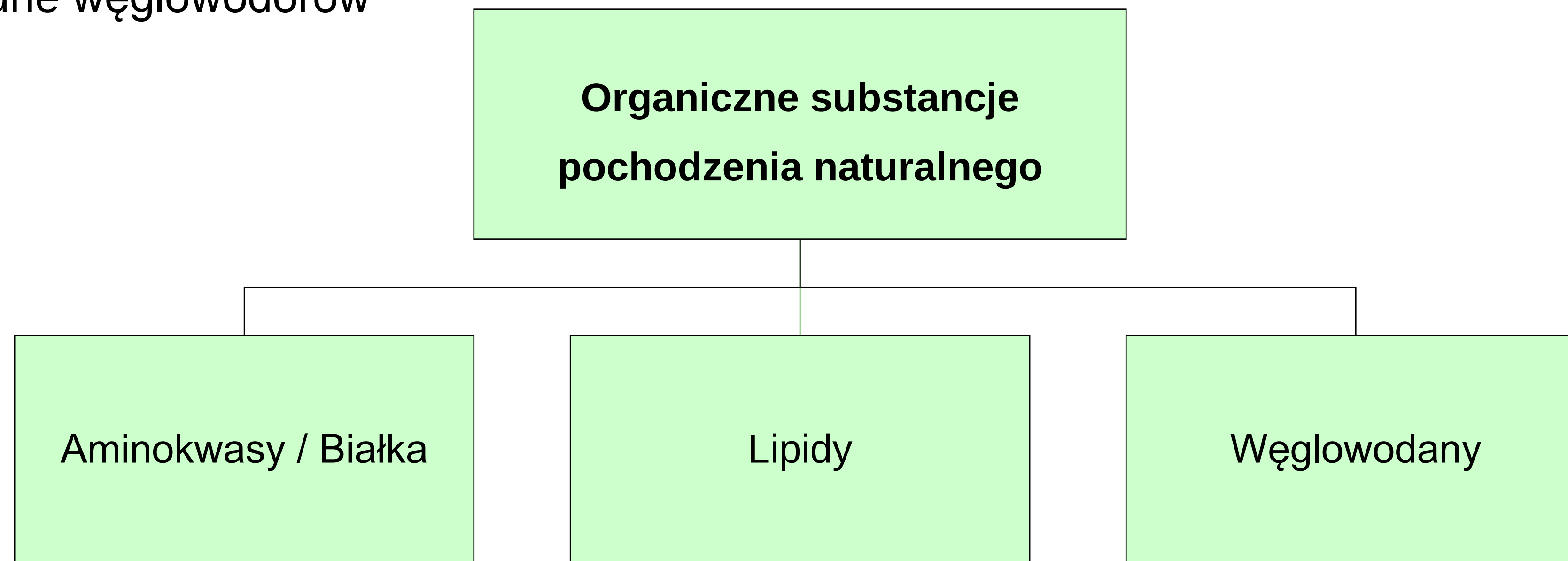
Przykład 3



<https://zpe.gov.pl/a/estry---budowa-i-wlasciwosci/D19BFjfMU>

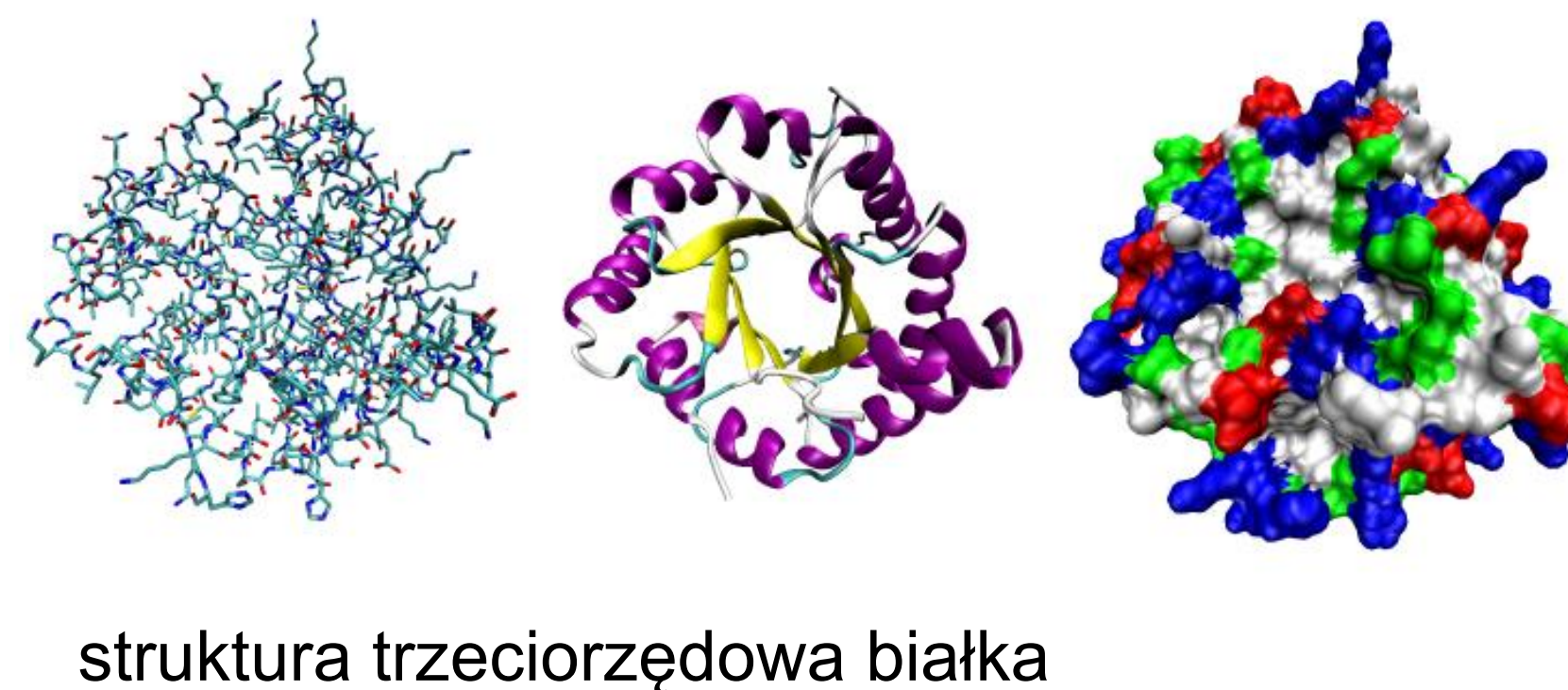
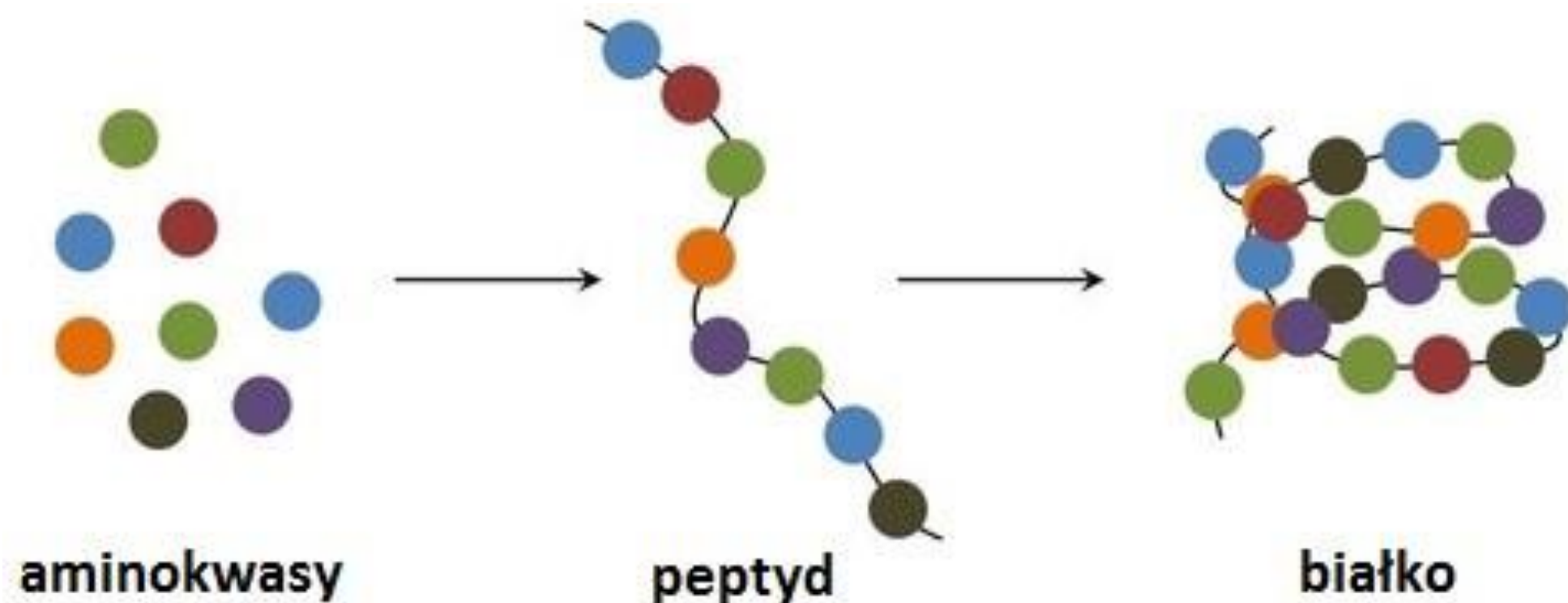
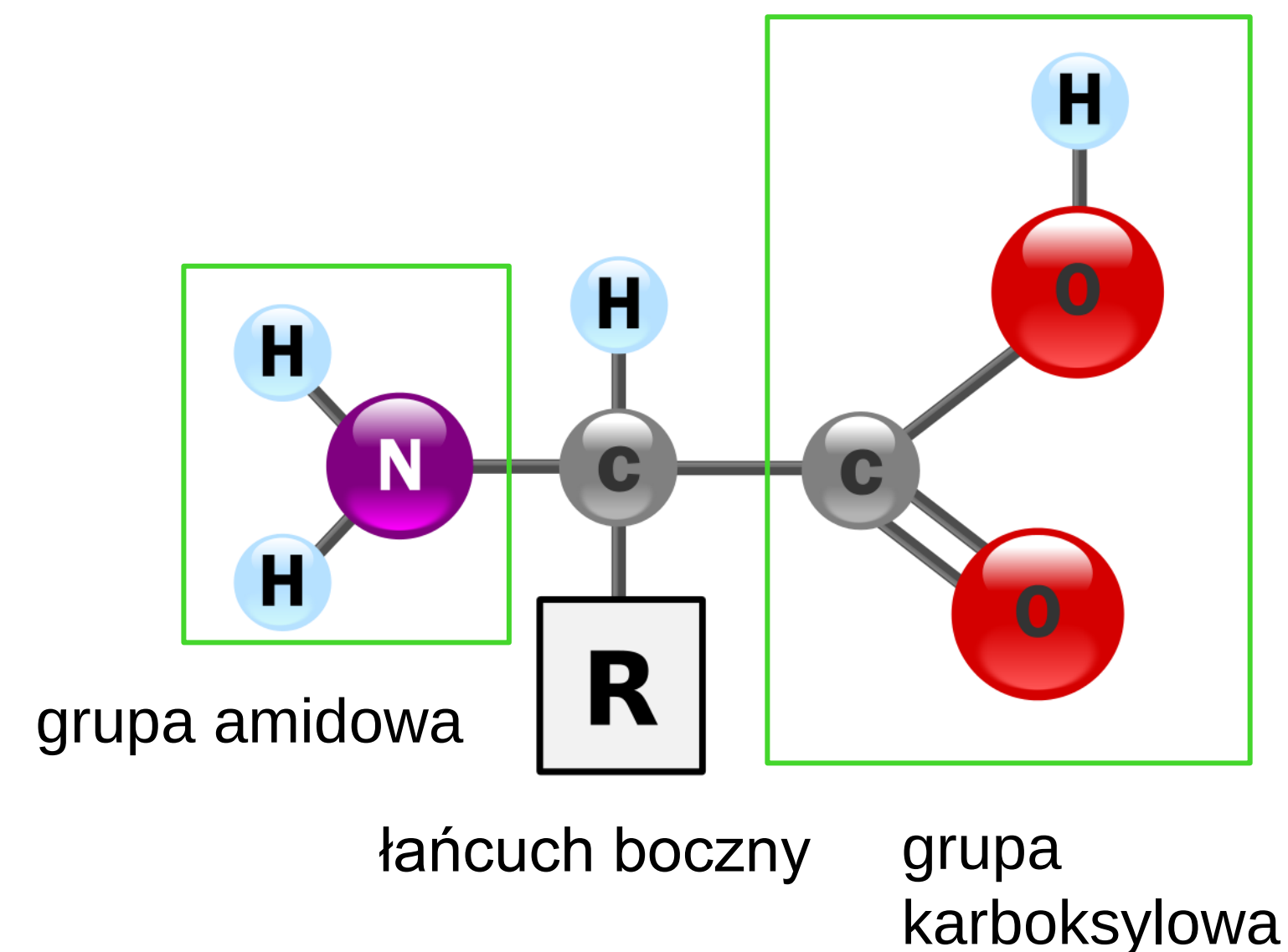
Organiczne substancje pochodzenia naturalnego

- wielofunkcyjne pochodne węglowodorów



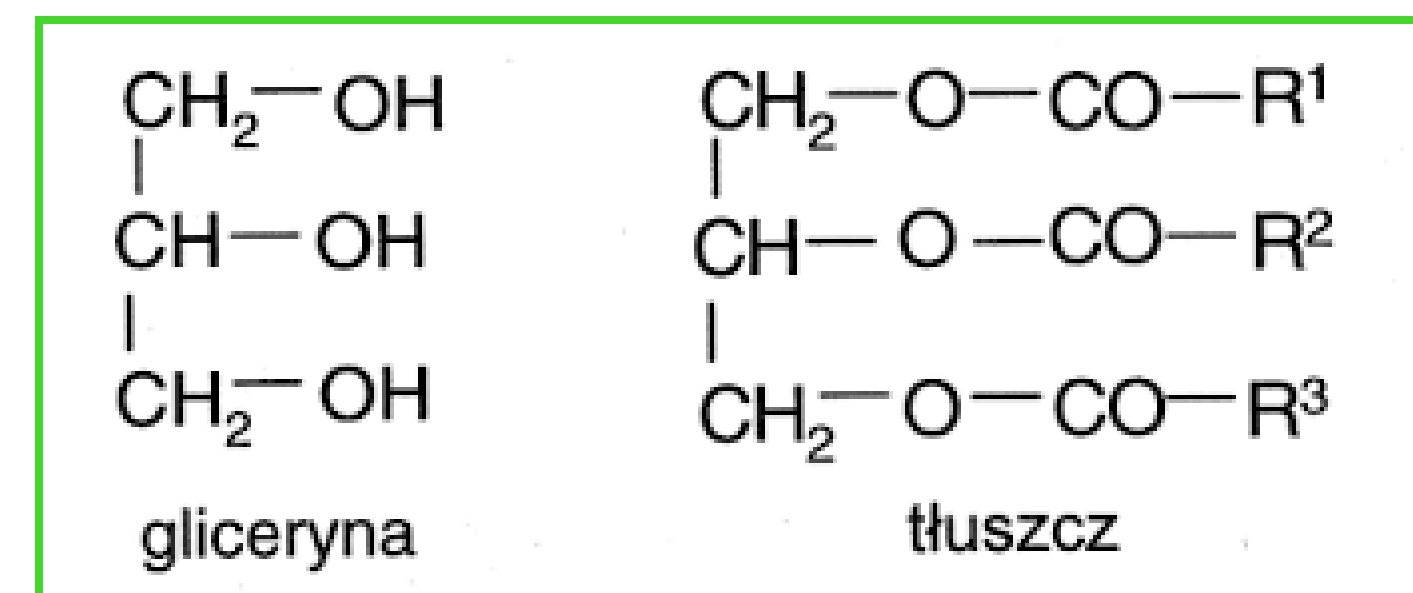
Aminokwasy i białka (proteiny)

- **Aminokwasy** – pochodne węglowodorów, zawierające **zasadową grupę aminową $-\text{NH}_2$** oraz **kwasową grupę karboksylową $-\text{COOH}$**
- **Białka (proteiny)** – biologiczne polikondensaty, zbudowane z aminokwasów połączonych ze sobą **wiązaniami peptydowymi**; wielkocząsteczkowe biopolimery o masie cząsteczkowej od ok. 10 tys. do kilku mln Da – występują we wszystkich organizmach żywych oraz wirusach



Lipidy (tłuszcze)

- **estry glicerolu i kwasów tłuszczowych.** Reszty kwasowe występujące w cząsteczkach tłuszczów zawierają zwykle od 12 do 18 atomów węgla.



Tłuszcze:

- **nasycone**, w których występują reszty kwasów tłuszczowych posiadających w łańcuchu węglowodorowym wyłącznie wiązania pojedyncze; tłuszcze te są produkowane przede wszystkim przez organizmy zwierząt,
- **nienasycone** (jedno- lub wielonienasycone), w których występują reszty kwasów tłuszczowych posiadających w łańcuchu węglowodorowym wiązania podwójne; tłuszcze te występują w dużych ilościach w roślinach i zwykle w temperaturze pokojowej są ciekłe.

Tłuszcze pochodzenia

naturalnego dzieli się na:

roślinne i zwierzęce

Tłuszcze:

- krótkołańcuchowe (C4 - C8),
- średniołańcuchowe (C10 - C14),
- długołańcuchowe (C16 - C24)

Węglowodany (sacharydy)

Węglowodany (sacharydy) – pochodne węglowodorów o wzorze ogólnym:



Zalicza się do nich ich pochodne otrzymywane w wyniku redukcji lub utleniania ich grup hydroksylowych lub karbonylowych, a także wymianę grup hydroksylowych na atom wodoru lub inne grupy organiczne.

Węglowodany są **aldehydami i/lub ketonami**, zawierającymi grupy hydroksylowe przy większości atomów węgla. W organizmach żywych pełnią rolę głównego źródła energii w procesach metabolizmu, a także materiału budulcowego roślin i zwierząt. Ich pierwotnym źródłem w naturze są procesy **fotosyntezy**.

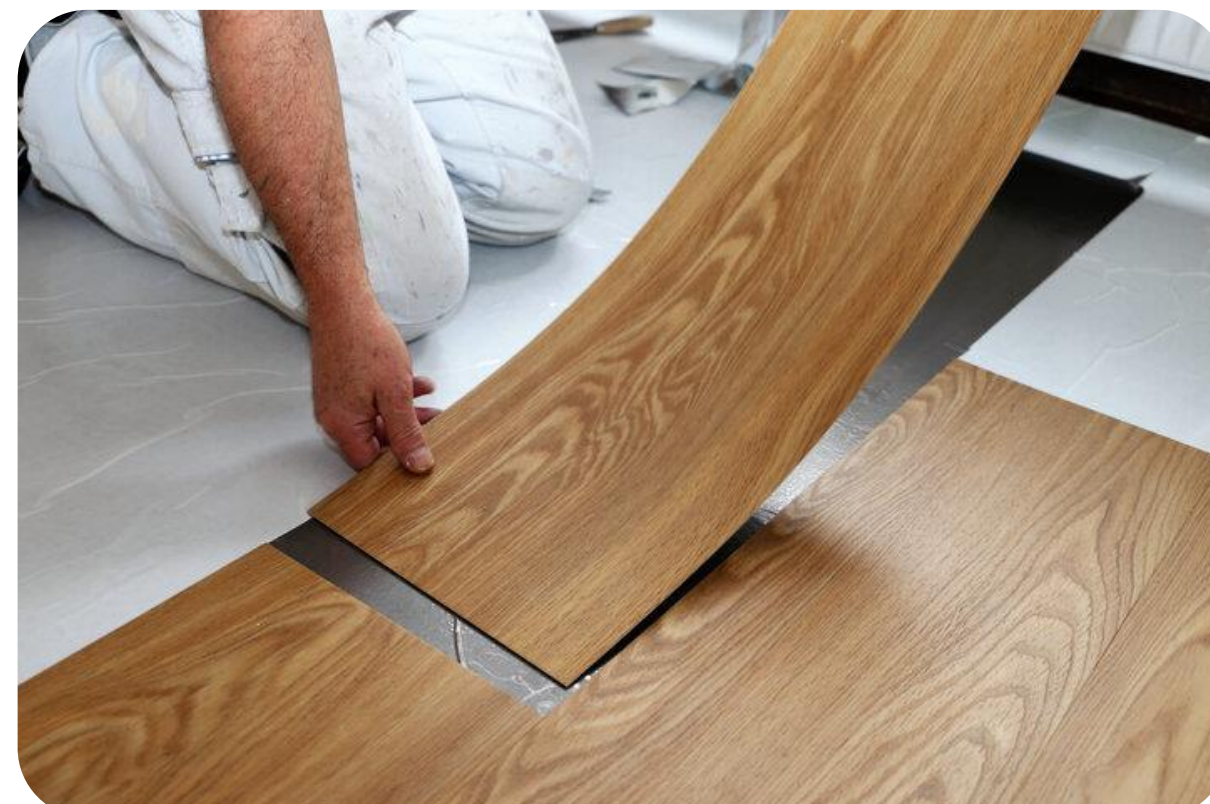
Sacharydy dzieli się na:

- **monosacharydy** (cukry proste) – związki, które nie ulegają hydrolizie na prostsze węglowodany,
- **sacharydy złożone** – związki, które ulegają hydrolizie na prostsze węglowodany:
 - oligosacharydy – zbudowane przez połączenie od 2 do 10 monosacharydów
 - polisacharydy (wielocukry, cukry złożone) zaliczane do biopolimerów – zbudowane z połączenia wiązaniami glikozydowymi >10 monosacharydów, np. skrobia, celuloza

Tworzywa sztuczne w budownictwie



Poli(chlorek winylu)



Poli(chlorek winylu)



Poli(chlorek winylu)



**Poli(metakrylan metylu)
lub poliwęglan**



Polietylen lub polipropylen



Polistyren

Toksyczność tworzyw sztucznych podczas pożaru budynku

Materiał	Palność	Produkty spalania i rozkładu	
		rozkład	spalanie
Żywice epoksydowe	palne	epichlorohydryna, toluol, związki chloroorganiczne, fosgen	HCl, CO, CO ₂ , HCOOH
Żywice fenolowo-formaldehydowe	palne, trudno zapalne	fenol, formaldehyd, cyjanowodór (kwas pruski)	CO, CO ₂ , HCOOH
Fluoroplasty	palne	fluorowodór, HCl i inne	HCl, CO, CO ₂
Żywice mocznikowo-formaldehydowe	trudno zapalny	mocznik, formaldehyd, akroleina, związki cyjanu	CO, CO ₂
Polietylen	palny	etylen, mieszane węglowodory	CO, CO ₂ , NO ₂
Polichlorek winylu	palny, trudno zapalny	HCl, węglowodory aromatyczne, chlorek winylu (monomer)	HCl, Cl ₂ , CO, CO ₂ , NO ₂
Polistyren	palny	monomery, dimery, trimery styrenu	CO, CO ₂ , NO ₂
Polioktan winylu	palny	oktan winylu	CO, CO ₂
Poliakrylan	palny	kwas akrylowy i metakrylowy	CO, CO ₂ , NO ₂
Poliamid	palny	cyjanowodór	HCN, CO, CO ₂
Poliuretany	palne	diizocjanki, cyjanowodór	CO, CO ₂ , HCN, NO ₂

Palność tworzyw sztucznych

Wskaźnik tlenowy:

- podstawowy parametr określający palność substancji
- najmniejsza ilość tlenu (w mieszaninie z azotem), potrzebna do podtrzymania palenia w znormalizowanych warunkach
- podawany jako ułamek objętościowy lub procentowy
- im mniejszy wskaźnik tlenowy, tym łatwiej palna substancja

Materiał	Wskaźnik tlenowy, %
Poli(tlenek etylenu)	15,0
Poli(metakrylan metylu)	17,3
Polietylen	17,4
Polipropylen	17,4
Polistyren	18,3
Polibutadien sieciowany	18,3
Żywica epoksydowa	19,8
Laminat poliestrowy	20,5
Alkohol poliwinylowy	22,5
Poliester chlorowany (penton)	23,3
Poliwęglan (lexan)	26,0
Guma silikonowa	30,0
Poli(chlorek winylu)	45,0
Poli(chlorek winylidenu)	60,0
Politetrafluoroetylen (teflon)	95,0

Wskaźnik tlenowy: < 21% - **tworzywa łatwopalne**

21-26% - **tworzywa palne**

> 26% - **tworzywa samogasnące**



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ



Produkty spalania tworzyw sztucznych

Tlenek węgla (CO)	Cyjanowodór (HCN)	Ditlenek węgla (CO ₂)
Gaz trujący, który stwarza zagrożenie w każdym stężeniu. W niższych - wywołuje utratę koordynacji ruchowej, w dużych – nagłą śmierć. Ponad 0,2% zawartości CO w powietrzu działa w krótkim czasie zabójczo. Zawartość CO w gazach pożarowych wynosi 0,1-0,5% obj.	Gaz bezbarwny o charakterystycznej, migdałowej woni. Intensywnie wydzielający się z płonących materiałów w pierwszym okresie pożaru może być wyłączną przyczyną zatrucia śmiertelnego osób przebywających w płonącym, zamkniętym pomieszczeniu. Jest jednym z najbardziej toksycznych gazów, a jego gwałtowne działanie paraliżuje system oddechowy już w pierwszym momencie kontaktu, powodując zaburzenia oddychania tkankowego w następstwie zablokowania enzymów komórkowych.	Podczas pożaru w pomieszczeniach zamkniętych bardzo szybko może osiągnąć niebezpieczną dawkę. Stężenie CO₂ powyżej 2% w powietrzu wywołuje zaburzenia w mechanizmie oddychania. Ditlenek węgla drażniąc ośrodek oddechowy wzmacnia w następstwie wentylację płuc, co powoduje dodatkową możliwość zatrucia się innymi gazowymi produktami spalania. Podczas pożaru stężenie CO₂ wynosi 0,1-2,5% obj.
Chlorowodór (HCl)	Ditlenek azotu (NO ₂)	Fosgen (COCl ₂)
Występuje w gazach pożarowych jako ostra dusząca woń. Działa drażniąco na spojówki i śluzówkę dróg oddechowych, wywołując zmiany zapalne.	Nawet krótkotrwały kontakt z substancją powoduje podrażnienie układu oddechowego, podrażnienie oczu oraz kaszel.	Powstaje w procesie spalania przy obecności chloru w powietrzu. Jest silną trucizną o swoistym drażniącym zapachu zgniłego siana, działającą drażniąco na drogi oddechowe. Wywołuje ostry obrzęk płuc i zmiany w krążeniu.

Analiza płomieniowa tworzyw sztucznych



Polistyren

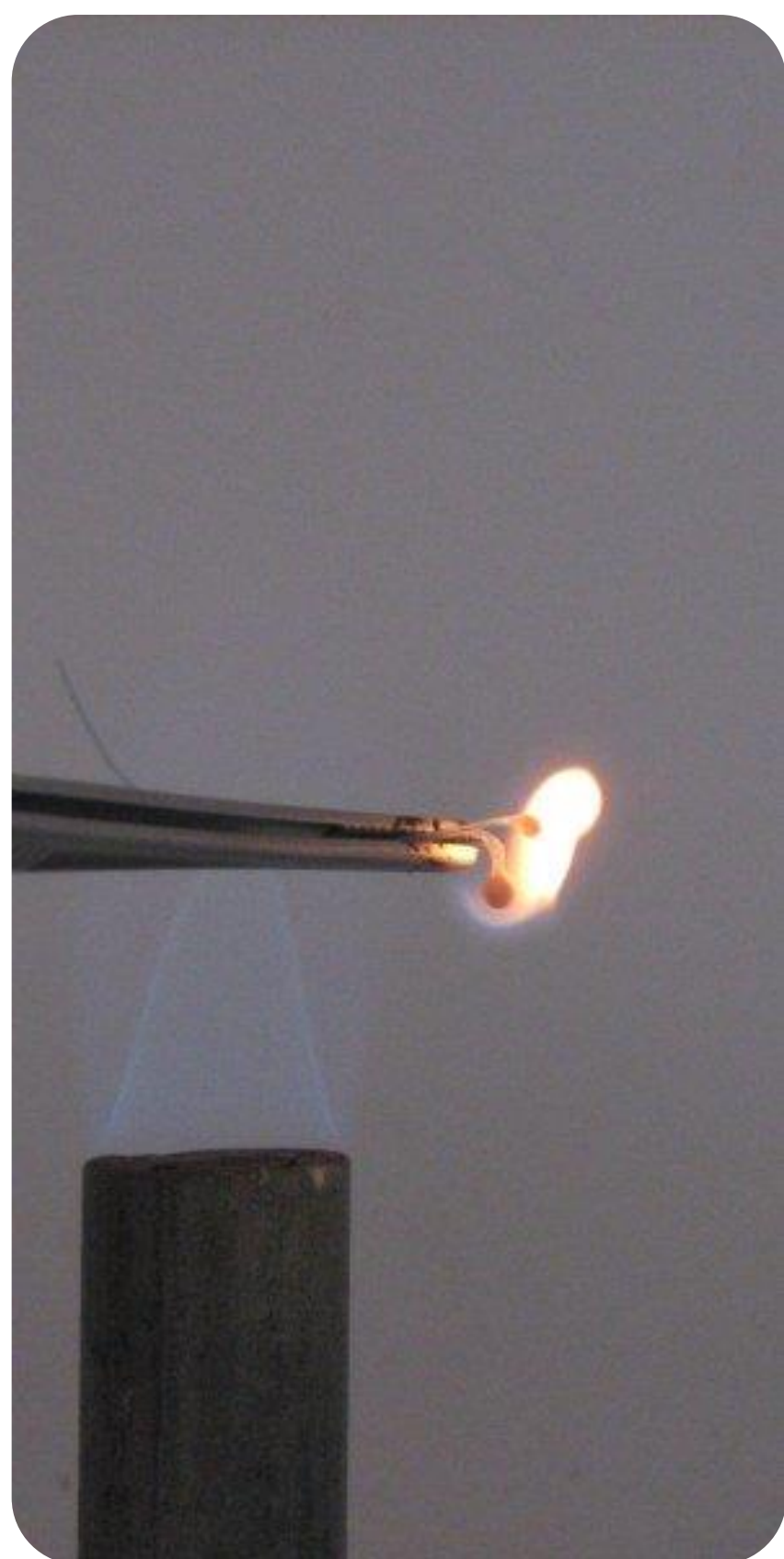
Polistyren - zapala się po pewnym czasie i nie gaśnie po wyjęciu z palnika. Płomień jest **żółtopomarańczowy**, wydziela się **czarny dym**, a tworzywo mięknie i topi się.

Polietylen i polipropylen zapalają się łatwo i nie gasną po wyjęciu z palnika. Płomień jest **żółty z niebieską otoczką**, tworzywo topi się i spływa kroplami. Wyczuwalny jest zapach palonej parafiny.

Poli(chlorek winylu) zapala się z trudem i często gaśnie po wyjęciu z palnika. Płomień jest **żółty z zieloną otoczką**, wydziela się niewielka ilość dymu, a tworzywo wyraźnie mięknie. Płonący poli(chlorek winylu) ma ostry zapach (chlorowodór).

Poliwęglan zapala się po pewnym czasie i czasem gaśnie po wyjęciu z płomienia. Pali się świecącym płomieniem, kopiąc.

Analiza płomieniowa tworzyw sztucznych



Poliamid

Poliamid zapala się po pewnym czasie i **niekiedy gaśnie** po wyjęciu z płomienia. Płomień jest **jasnoniebieski z żółtym wierzchołkiem**. Tworzywo topi się i spływa kroplami. Zapach przypomina palone włosy.

Poli(metakrylan metylu) zapala się po pewnym czasie i **nie gaśnie** po wyjęciu z palnika. Płomień jest **żółty z niebieską otoczką**, tworzywo mięknie podczas spalania. Wyczuwalny jest kwiatowy zapach.

Poli(tereftalan etylu) zapala się po pewnym czasie i **często gaśnie** po wyjęciu z palnika. Płomień jest **żółty, lekko kopcący**. Można wyczuć ostry zapach.

Guma łatwo się **zapala i nie gaśnie** po wyjęciu z palnika. Płomień jest **ciemnożółty, silnie kopcący**. Wyczuwamy zapach palonej gumy. Pozostałość po spaleniu jest nadtopioną, lepką masą.

Celuloid bardzo łatwo się **zapala i nie gaśnie** po wyjęciu z palnika. Tworzywo **pali się gwałtownie jasnożółtym płomieniem**. Po spaleniu praktycznie nie ma pozostałości.

Szkolenie zostało dofinansowane ze środków NFOŚiGW
w ramach programu priorytetowego nr 7.2.1
„Edukacja ekologiczna Część 1. Edukacja ekologiczna na lata 2021-2025”



Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Za jego treść odpowiada wyłącznie
Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji