

PODSTAWY CHEMII ORGANICZNEJ

Opracowanie: dr Urszula Lelek-Borkowska, Joanna Loch

1. WSTĘP

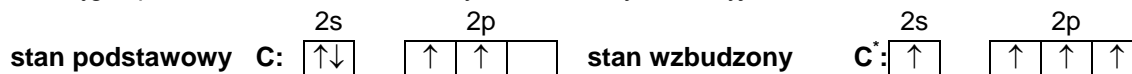
Chemia organiczna to chemia związków węgla (oprócz tlenków oraz kwasu węglowego i jego pochodnych). Istnieje ogromna liczba związków organicznych występujących w przyrodzie oraz syntezowanych przez człowieka (obecnie > 10 000 000). Wszystkie związki organiczne podlegają jednak kilku podstawowym zasadom:

- atomy węgla w związkach organicznych są zawsze czterowartościowe,
- atomy węgla mogą łączyć się trwale w proste lub rozgałęzione łańcuchy o dowolnej długości, tworzyć pierścienie oraz kombinacje pierścieni i łańcuchów,
- atomy węgla mogą łączyć się ze sobą lub atomami innych pierwiastków za pomocą wiązań pojedynczych, podwójnych lub potrójnych,
- elektrony nie uczestniczące w wiązaniach pomiędzy atomami węgla są wykorzystywane do tworzenia wiązań z innymi pierwiastkami,
- każdy związek organiczny charakteryzuje się właściwą sobie budową, określoną przez rodzaj, liczbę i sposób powiązania tworzących go atomów,

Nazwa związku organicznego musi być dokładna i jednoznaczna, tzn., na jej podstawie można napisać wzór strukturalny tylko jednego, określonego związku organicznego. Pod jednym wzorem ogólnym może kryć się kilka związków o różnej strukturze.

2. HYBRYDYZACJA ATOMÓW WĘGLA I WIĄZANIA WIELOKROTNE

Węgiel posiada w stanie wzbudzonym 4 elektrony walencyjne, 1 na orbitalu s i 3 na orbitalu p.



Powstawanie wiązań wielokrotnych w związkach organicznych możliwe jest dzięki hybrydyzacji (ujednoczeniu pod względem energetycznym) orbitali walencyjnych atomu węgla.

Hybrydyzacja sp^3

Powstaje w wyniku wymieszania orbitalu s i trzech orbitali p, powstają wówczas cztery równorzędne wiązania δ (sigma) – wiązania leżące w jednej linii z jądrami łączących się atomów, np. jak w cząsteczce etanu:



Hybrydyzacja sp^2

Powstaje poprzez nałożenie się dwóch orbitali p i jednego orbitalu s, atom C może wówczas utworzyć trzy wiązania δ i jedno mniej trwałe π (pi) z nałożenia się niezhybrydizowanych orbitali p, czyli jedno podwójne (δ i π) i dwa pojedyncze (δ), np. jak w cząsteczce etenu:



Hybrydyzacja sp

Powstaje poprzez nałożenie się jednego orbitalu s i jednego p. Możliwe jest wówczas powstanie wiązania potrójnego (jedno δ i dwa π) oraz pojedynczego pojedyncze, np. jak w cząsteczce etynu:



3. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

Podział związków organicznych

Węglowodory – w ich skład wchodzi wyłącznie atomy C i H. Występują w postaci łańcuchowej, jak i cyklicznej, mogą być nasycone (wszystkie wiązania pomiędzy atomami węgla są pojedyncze – alkanany, cykloalkany) lub nienasycone (występują wiązania wielokrotne – alkeny, alkiny, węglowodory aromatyczne).

Związki z grupami funkcyjnymi, zawierające także atomy innych pierwiastków: O, N, S, itd. Grupy funkcyjne w związkach organicznych decydują o własności cząsteczki.

3.1. WĘGLOWODORY

Alkany, cykloalkany

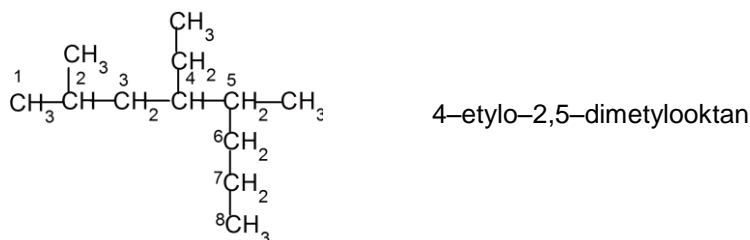
Wzór ogólny	C_nH_{2n+2}
Nazewnictwo	– an
Szereg homologiczny	metan, etan, propan, butan, pentan, heksan, heptan, oktan, nonan, dekan, undekan, dodekan, tridekan, tetradekan, pentadekan, itd.
Wiązania	Alkany są węglowodorami nasyconymi – wszystkie wiązania pomiędzy atomami węgla są pojedyncze

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	wzór uproszczony
metan	CH_4	CH_4	–
etan	C_2H_6	CH_3-CH_3	–
propan	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	
butan	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ n-butan $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_3 \end{array}$ 2-metylopropan (izobutan)	
pentan	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ pentan $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH-CH_2-CH_3 \end{array}$ 2-metylobutan (izopentan) $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-C-CH_3 \\ \\ CH_3 \end{array}$ 2,2-dimetylopropan (neopentan)	

Począwszy od butanu łańcuch węglowy może się rozgałęziać, występuje zjawisko **izomerii**, czyli różnic w budowie lub właściwościach cząsteczek o takim samym składzie atomowym. W przypadku alkanów jest to **izomeria konstytucyjna** – rodzaj izomerii cząsteczek chemicznych, posiadających tę samą liczbę tych samych atomów, między którymi występuje jednak inny układ wiązań chemicznych. Izomery konstytucyjne posiadają ten sam ogólny wzór sumaryczny. Izomery konstytucyjne mają zbliżone własności chemiczne, różnią się między sobą własnościami fizycznymi (np. temperaturą wrzenia).

Nazewnictwo alkanów rozgałęzionych:

- znajdujemy najdłuższy łańcuch węglowy i numerujemy atomy poczynając od końca z większą ilością podstawników,
- znajdujemy wszystkie podstawniki i podajemy numery atomów C, przy których się znajdują (np. 2,5–metylo, 4–etylo, itp.),
- podstawniki szeregujemy wg porządku alfabetycznego:



Cykloalkany			
cyklopropan	C_3H_6		
cyklobutan	C_4H_8		
cyklopentan	C_5H_{10}		
cykloheksan	C_6H_{12}		 struktura krzeselkowa

Otrzymywanie	Alkany uzyskuje się przede wszystkim ze źródeł naturalnych: gazu ziemnego oraz ropy naftowej w procesie rafinacji.
Właściwości fizyczne	Pierwsze cztery homologi w warunkach normalnych są gazami, C_5-C_{15} są cieczeniami, $C_{n>15}$ są ciałami stałymi. Wszystkie alkany mają gęstość niższą od wody. Są nierozpuszczalne w wodzie, rozpuszczają się w eterze, benzenie i innych rozpuszczalnikach organicznych. Cyklopropan i cyklobutan są nietrwałe, pozostałe cykloalkany mają własności podobne do alkanów.
Właściwości chemiczne	Alkany są mało reaktywne ze względu na wysycenie wiązań (wszystkie wiązania są pojedyncze). Ulegają wyłącznie reakcjom substytucji (podstawiania) za atomy wodoru

Otrzymywanie	Alkeny otrzymuje się m.in. poprzez eliminację halogenowcowodorów z halogenowcopochodnych alkanów. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl}$ Większość alkenów stosowanych w przemyśle pochodzi z przeróbki (krakingu niskociśnieniowego, tzw. olefinowego) różnych frakcji ropy, głównie benzyny ciężkiej.
Właściwości fizyczne	Alkeny wykazują właściwości fizyczne zbliżone do analogicznych alkanów, w zależności od ilości atomów węgla w łańcuchu.
Właściwości chemiczne	Alkeny są bardziej reaktywne od alkanów ze względu na obecność wiązania podwójnego, które pęka i daje możliwość przyłączania (addycji) innych cząsteczek. Ulegają także reakcjom polimeryzacji addycyjnej . $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \quad \\ \text{---C---C---} \\ \quad \end{array}$
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> addycja cząsteczki wodoru (uwodornienie): $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_3$ addycja cząsteczki halogenowca: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{F}_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2 \\ \quad \\ \text{F} \quad \text{F} \end{array}$ 1,2-difluoroetan addycja cząsteczki halogenowcowodoru: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$ bromoetan addycja cząsteczki wody: $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ etanol
Zastosowanie	Alkeny mają zastosowanie przede wszystkim w syntezach organicznych i polimeryzacji. Największe zastosowanie jako substrat ma etylen, otrzymuje się z niego między innymi: polietylen (PE), polichlorek winylu (PCW), rozpuszczalniki, leki, włókna syntetyczne, żywice, farby, kleje, polistyren, itp.

Alkiny

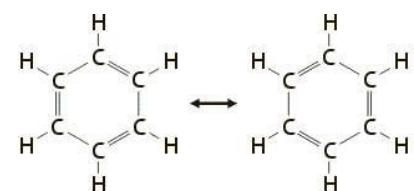
Wzór ogólny	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$
Nazewnictwo	-yn (-in)
Szereg homologiczny	etyln, propyn, butyn, pentyn, itd.
Wiązania	W cząsteczce alkinów występuje jedno wiązanie potrójne, są więc węglowodorami nienasyconymi

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	wzór uproszczony
etyln (acetylen)	C_2H_2	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	—
propyn	C_3H_4	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	
butyn	C_4H_6	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	
but-2-yn (2-butyn)	C_4H_6	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	

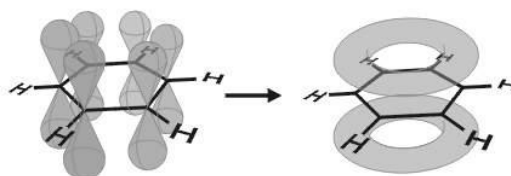
Otrzymywanie	Acetylen otrzymuje się w reakcji karbidu (CaC_2 – węgliku wapnia) z wodą: $\begin{array}{c} \text{Ca} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{C} \equiv \text{C} \end{array} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH} \equiv \text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ karbid etyn (acetylen)
Właściwości fizyczne	Pierwsze homologi są bezbarwnymi, wybuchowymi gazami o charakterystycznym zapachu.
Właściwości chemiczne	Alkiny są jeszcze bardziej reaktywne od alkenów ze względu na mniejszą trwałość wiązania potrójnego i również ulegają reakcjom addycji .
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> spalanie: $\text{CH} \equiv \text{CH} + 5/2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ addycja cząsteczki wodoru (uwodornianie) do etenu, w dalszym etapie do etanu: $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3$ addycja cząsteczki halogenowca: $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Br} - \text{CH} = \text{CH} - \text{Br}$ 1,2-dibromoeten addycja cząsteczki halogenowcowodoru: $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{HI} \rightarrow \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{I}$ jodoeten (jodek winylu) addycja cząsteczki wody: $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ aldehyd octowy
Zastosowanie	Największe zastosowanie posiada etyn, stosowany jest przede wszystkim w palnikach acetylenowo-tlenowych do spawania i cięcia metali (osiąga temp. 2700°C), służy także do produkcji tworzyw sztucznych.

Węglowodory aromatyczne

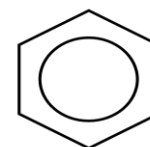
Węglowodory aromatyczne są to związki cykliczne ze sprzężonym układem wiązań podwójnych (ułożonych naprzemiennie) o specyficznych właściwościach. Najważniejszym związkiem aromatycznym jest **benzen**. Teoretyczna struktura benzenu, a raczej dwie równorzędne struktury (struktury Kekule'go – prawdziwe tylko w warunkach niskotemperaturowych) posiadają układ trzech wiązań podwójnych. W rzeczywistości sześć elektronów ze słabych wiązań π ma możliwość poruszania się po całej cząsteczce tworząc sekstet (sześć) zdelokalizowanych elektronów – chmurę elektronową wokół cząsteczki benzenu, oznaczaną jako okrąg.




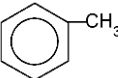
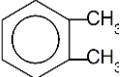
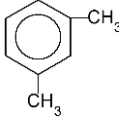
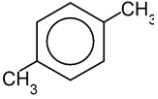
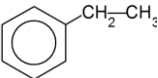
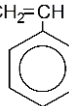
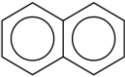
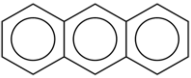

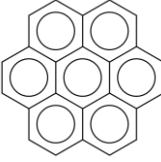
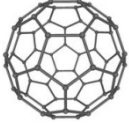
teoretyczne struktury Kekule'go

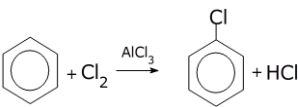


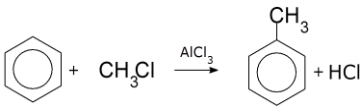
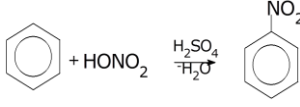
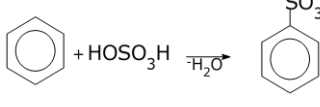
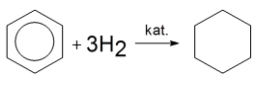
struktura rzeczywista



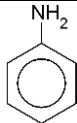
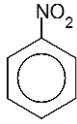
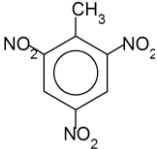
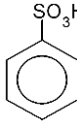
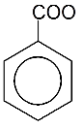
zapis uproszczony

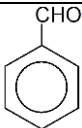
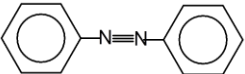
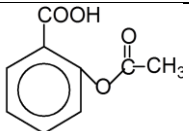
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
benzen	C_6H_6	
toluen (metylobenzen)	$C_6H_5CH_3$	
ksylen (orto-, meta-, para ksylen)	$C_6H_4(CH_3)_2$	   1,2-dimetylobenzen o-ksylen 1,3-dimetylobenzen m-ksylen 1,4-dimetylobenzen p-ksylen
etylobenzen	$C_6H_5C_2H_5$	
etylenobenzen (winylobenzen, styren)	$C_6H_5C_2H_3$	
Układy wielopierścieniowe		
naftalen	$C_{10}H_8$	
antracen	$C_{14}H_{10}$	
fenantren	$C_{14}H_{10}$	
koronen	$C_{24}H_{18}$	
fuleren	C_{60}	

Otrzymywanie	Benzen otrzymuje się z przeróbki ropy naftowej (piroliza, reforming).
Właściwości fizyczne	Benzen jest bezbarwną, palną cieczą o gęstości mniejszej od wody, posiada charakterystyczny zapach, ma własności rakotwórcze. Homologi benzenu mają własności zbliżone do alkanów i benzenu.
Właściwości chemiczne	Struktura benzenu (sześć elektronów krążących po całej cząsteczce) jest bardzo trwała. W związku z tym, pomimo trzech wiązań nienasyconych, benzen ulega reakcjom substytucji (podstawiania) za atomy wodoru.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> halogenowcowanie: 

	<p style="text-align: center;">chlorobenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> alkilowanie: <div style="text-align: center;">  <p>toluen</p> </div> nitrowanie: <div style="text-align: center;">  <p>nitrobenzen</p> </div> sulfonowanie: <div style="text-align: center;">  <p>sulfobenzen</p> </div> uwodornienie: <div style="text-align: center;">  <p>cykloheksan</p> </div>
Zastosowanie	<p>Benzen, kiedyś stosowany jako rozpuszczalnik, obecnie ze względu na właściwości rakotwórcze został wycofany z użytku. Stanowi za to jeden z najważniejszych surowców w syntezie organicznej, służy m. in. do produkcji tworzyw sztucznych, włókien syntetycznych, barwników, leków, detergentów, pestycydów, a także do otrzymywania aniliny, fenolu i acetonu, itp.</p>

Najważniejsze pochodne benzenu

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
aminobenzen (anilina)	$C_6H_5 NH_2$	
nitrobenzen	$C_6H_5NO_2$	
2,4,6-trójnitrotoluen (TNT)	$C_6H_5(CH_3)(NO_2)_3$	
sulfobenzen	$C_6H_6SO_3H$	
kwas benzoesowy	C_6H_5COOH	

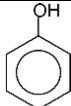
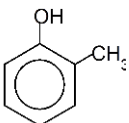
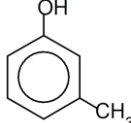

aldehyd benzoesowy	C_6H_5CHO	
azobenzen	$(C_6H_5)_2N_2$	
kwas acetylosalicylowy (aspiryna)	$CH_3COO(C_6H_4COOH)$	

3.2. ZWIĄZKI Z GRUPAMI FUNKCYJNYMI

Oprócz węglowodorów zbudowanych wyłącznie z atomów C i H, istnieje szereg związków organicznych zawierających atomy innych pierwiastków, najczęściej tlenu, azotu i siarki. Obecność tych atomów powoduje, że związki wykazują specyficzne właściwości. Grupę atomów, która decyduje o charakterze związku organicznego nazywamy **grupą funkcyjną**.

Alkohole, fenole, glikole (alkohole wielowodorotlenowe)

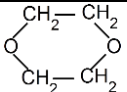
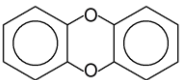

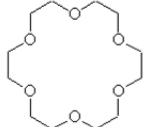
Grupa funkcyjna	-OH hydroksylowa
Wzór ogólny	R-OH, Ar-OH
Nazewnictwo	-ol, alkohol -owy, fenol
Szereg homologiczny	metanol, etanol, propanol, butanol, fenol, krezol, itd.

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
metanol (alkohol metylowy)	CH_3OH	CH_3OH
etanol (alkohol etylowy)	C_2H_5OH	CH_3-CH_2-OH
propanol (alkohol propylowy)	C_3H_8OH	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ $\begin{matrix} CH_3-CH-CH_3 \\ \\ OH \end{matrix}$ propan-1-ol (n-propanol) propan-2-ol (izopropanol)
glikol etylenowy etan-1,2-diol	$C_2H_4(OH)_2$	$\begin{matrix} CH_2-CH_2 \\ \quad \\ OH \quad OH \end{matrix}$
gliceryna propan-1,2,3-triol	$C_3H_5(OH)_3$	$\begin{matrix} CH_2-CH-CH_2 \\ \quad \quad \\ OH \quad OH \quad OH \end{matrix}$
fenol (hydroksybenzen)	C_6H_5OH	
krezol (orto-, meta-, para krezol)	C_7H_8O	   2-metylofenol 3-metylofenol 4-metylofenol o-krezol m-krezol p-krezol


Rzędowość alkoholi	<p>Rzędowość alkoholi jest powiązana z ilością atomów węgla, połączonych z atomem C, przy którym znajduje się grupa hydroksylowa.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ <p>butan-1-ol alkohol pierwszorzędowy</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>butan-2-ol alkohol drugorzędowy</p> </div> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>2-metylo-butanol-2 alkohol trzeci</p> </div> </div>
Otrzymywanie	<p>Alkohole, zwłaszcza etanol otrzymuje się w wyniku fermentacji alkoholowej, do celów przemysłowych jest produkowany również poprzez bezpośrednią syntezę z tzw. gazu syntezowego (mieszanina CO, H₂ i H₂O). Alkohole można również otrzymać w drodze reakcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • hydrolizy halogenków alkilów w środowisku kwaśnym: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HCl}$ • addycji cząsteczki wody do alkenów: $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ • redukcji aldehydów (alkohole 1 rzędowe): $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ • redukcji ketonów (alkohole 2 rzędowe): $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3 \xrightarrow{[\text{H}]} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
Właściwości fizyczne	<p>Alkohole są lotnymi cieczami o charakterystycznym zapachu. Alkohol metylowy i glikole dwuwodorotlenowe są silnymi truciznami. Alkohol etylowy ma własności narkotyczne.</p>
Właściwości chemiczne	<p>Wodne roztwory alkoholi mają odczyn obojętny. Alkohole ulegają utlenieniu do aldehydów (1 rzędowe) i ketonów (2 rzędowe).</p>
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> • utlenianie do aldehydów, a następnie do kwasów organicznych (alkohole 1 rzędowe): $\text{R-CH}_2\text{-OH} + \xrightarrow{[\text{O}]} \text{R-CHO} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{RCOOH}$ • utlenienie do ketonów $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow{[\text{O}]} \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{C-CH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$ • spalanie: $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ • reakcja z metalami – tworzenie alkoholatów: $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2$ • katalityczna dehydratacja (odwodnienie): $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{kat.}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ • estryfikacja - reakcja z kwasami organicznymi bądź nieorganicznymi z utworzeniem estrów: $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{C} \\ // \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{OH} \end{array} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{C} \\ // \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{O-CH}_2\text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">kwas octowy octan etylu (ester etylowy kwasu etanowego)</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH-CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + 3\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH-CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{ONO}_2 \quad \text{ONO}_2 \quad \text{ONO}_2 \end{array} + 3\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">gliceryna trójzotan gliceryny (błędnie nazywany nitrogliceryną)</p> • reakcja jodoformowa Liebena, charakterystyczna dla ugrupowania CH₃CO- oraz związków, które dają to ugrupowanie w reakcji utlenienia, np. etanolu: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 4\text{I}_2 + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{CHI}_3 + \text{HCOONa} + 5\text{NaI} + 5\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">jodoform</p>


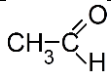
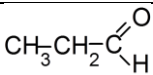
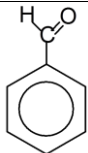
Zastosowanie	Alkohole stosowane są najczęściej jako rozpuszczalniki organiczne, substraty do syntez organicznych, etanol stosowany jest do produkcji leków i celów spożywczych. Gliceryna stosowana jest w przemyśle: farmaceutycznym, spożywczym, kosmetycznym (kremy, mydła) i skórzanym (garbowanie), wykorzystywana jest także do produkcji materiałów wybuchowych, barwników, płynów hamulcowych i chłodniczych.
--------------	--

Etery	
Grupa funkcyjna	–O– mostek tlenowy
Wzór ogólny	$R'-O-R''$, Ar–O–R, Ar–O–Ar
Nazewnictwo	eter –owy

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
eter dimetylowy	C_2H_6O	CH_3-O-CH_3
eter dietylowy	$C_4H_{10}O$	$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$
eter etylometylowy	C_3H_8O	$CH_3-O-CH_2CH_3$
1,4–dioksan	$C_4H_8O_2$	
oksantren (dioksyna) (dibenzo-1,4-dioksyna)	$C_{12}H_8O_2$	
Etery cykliczne (etry koronowe)		
tetrahydrofuran	C_4H_8O	
korand (18)korona(6)	$C_{12}H_{24}O_6$	

Otrzymywanie	<p>Etery uzyskuje się najczęściej przez odwodnienie alkoholi:</p> $2CH_3-CH_2-OH \rightarrow CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ <p>Można je otrzymać także w reakcji alkoholanu z halogenowcopochodną (synteza Williamsona)</p> $CH_3-CH_2-ONa + CH_3-CH_2-CH_2-Cl \rightarrow CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3 + NaCl$ <p>Dioksyny powstają podczas spalania substancji organicznych (np. plastików) przy niedoborze tlenu.</p>
Właściwości fizyczne	Eter dimetylowy i etylometylowy są gazami. Począwszy od eteru dietylowego etery alkilowe są cieczami. Część z nich ma działanie narkotyczne, znieczulające i nasenne. Dioksyny są jednymi z najbardziej toksycznych związków organicznych
Właściwości chemiczne	Etery są dość trwałymi i niezbyt reaktywnymi związkami. Ulegają utlenieniu do polieterów.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> utlenianie: $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 \xrightarrow{[O]} CH_3-CH_2-O-O-CH_2-CH_3$
Zastosowanie	Rozpuszczalniki w procesie ekstrakcji (np. w pralniach chemicznych), w syntezach organicznych, do uzyskiwania niskich temperatur, dawniej w lecznictwie jako środek nasenny i znieczulający.

Aldehydy	
Grupa funkcyjna	 aldehydowa
Wzór ogólny	R-CHO
Nazewnictwo	-al, aldehyd -owy

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
metanal (aldehyd mrówkowy, formaldehyd, formalina)	CH ₂ O	
etanal (aldehyd octowy)	C ₂ H ₄ O	
propanal (aldehyd propionowy)	C ₃ H ₆ O	
aldehyd benzoesowy	C ₇ H ₆ O	

Otrzymywanie	Aldehydy uzyskuje się w reakcji utleniania alkoholi pierwszorzędowych: $\text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{HCHO}$
Właściwości fizyczne	Aldehydy są to toksyczne substancje będące w większości ciałami stałymi, słabo rozpuszczalnymi w wodzie, o charakterystycznym, dusznym zapachu. Wyjątek stanowią aldehyd mrówkowy i octowy, które są gazami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie (do ok. 40% wagowych). Aldehyd benzoesowy jest nietoksyczny.
Właściwości chemiczne	Aldehydy posiadają silne właściwości redukujące, same utleniając się do kwasów organicznych.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> • edukcja do alkoholi 1 rzędowych: $\text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{[\text{H}]} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ • utlenianie do kwasów organicznych: $\text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{COOH}$ <p>Przykładami reakcji utleniania aldehydów są:</p> <ul style="list-style-type: none"> • próba Tollensa (lustro srebrnego) polegająca na reakcji aldehydu z jonem kompleksowym srebra (dwuamminosrebra), w wyniku której ulega on utlenieniu do kwasu organicznego, zaś srebro jest zredukowane do srebra metalicznego: $2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{HCHO} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow 2\text{Ag}\downarrow + \text{HCOOH} + 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{NH}_3\uparrow$ • próba Fehlinga, w której utleniający się aldehyd redukuje jony miedzi (II) do miedzi (I): $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{CHO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{CH}_3\text{COONa} + 3\text{H}_2\text{O}$
Zastosowanie	Aldehydy stosowane są do syntez organicznych (tworzywa sztuczne, barwniki), w przemyśle spożywczym i kosmetycznym (składniki kompozycji zapachowych i aromatów spożywczych). w garbarstwie (aldehyd glutarowy).

Ketony	
Grupa funkcyjna	-C=O karbonylowa
Wzór ogólny	R'-CO-R''
Nazewnictwo	-on, – keton

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
propanon dimetyloketon, aceton	CH ₃ COCH ₃	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
butanon etylometyloketon	CH ₃ COC ₂ H ₅	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
pentan-2-on metylopropyloketon	CH ₃ COC ₃ H ₇	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
pentan-3-on dietyloketon	C ₂ H ₅ COC ₂ H ₅	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$

Otrzymywanie	<p>Ketony otrzymuje się podczas utleniania alkoholi 2 rzędowych:</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow{[\text{O}]} \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$
Właściwości fizyczne	Niższe ketony są mało toksycznymi, rozpuszczalnymi w wodzie, łatwopalnymi cieczami o charakterystycznym zapachu.
Właściwości chemiczne	Ketony mają własności zbliżone do aldehydów.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> utlenianie do kwasów karboksylowych (cząsteczka ketonu ulega rozpadowi): $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \xrightarrow{[\text{O}]} \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array} + \text{H}-\text{C}=\text{O} \\ \\ \text{OH}$ redukcja do alkoholi 2 rzędowych: $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \xrightarrow{[\text{H}]} \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ reakcja jodoformowa Gunninga (charakterystyczna dla metyloketonów – zawierających grupę CH₃CO): $\text{RCOCH}_3 + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{CHI}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{NaI}$ <p style="text-align: center;">jodoform</p>
Zastosowanie	Ketony są szeroko stosowane jako rozpuszczalniki (aceton), półprodukty w syntezie chemicznej, składniki kompozycji zapachowych i przypraw spożywczych, chloro- i bromopochodne ketony są stosowane jako środki trujące (chloroacetofenon, chloro- i bromoaceton).

Kwasy karboksylowe

Grupa funkcyjna	karboksylowa
Wzór ogólny	RCOOH
Nazewnictwo	kwas -owy

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy lub uproszczony
kwask metanowy (mrówkowy)	CH ₂ O ₂	
kwask etanowy (octowy)	C ₂ H ₄ O ₂	
kwask propanowy (propionowy)	C ₃ H ₆ O ₂	
kwask butanowy (masłowy)	C ₄ H ₈ O ₂	
kwask palmitynowy	C ₁₅ H ₃₁ COOH	
kwask margarynowy	C ₁₆ H ₃₃ COOH	
kwask stearynowy	C ₁₇ H ₃₅ COOH	
kwask etanodiowy (szczawiowy)	(COOH) ₂	
kwask propanodiowy (malonowy)	HOOCCH ₂ COOH	
kwask heksanodiowy (adypinowy)	HOOC(CH ₂) ₄ COOH	
kwask benzoesowy	C ₆ H ₅ COOH	
kwask ftalowy kwask 1,2-benzenodikarboksylowy	C ₆ H ₅ (COOH) ₂	
kwask tereftalowy kwask 1,4-benzenodikarboksylowy	C ₆ H ₅ (COOH) ₂	

Otrzymywanie	Kwasy karboksylowe uzyskuje się w wyniku utleniania alkoholi i aldehydów: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO} \xrightarrow{[\text{O}]} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
Właściwości fizyczne	Kwasy karboksylowe z krótkimi łańcuchami są dobrze rozpuszczającymi się w wodzie cieczami o ostrym, nieprzyjemnym zapachu. Kwasy karboksylowe o długich (powyżej 10 atomów węgla) są ciałami stałymi i noszą nazwę kwasów tłuszczowych. Kwas mrówkowy ma własności grzybobójcze.
Właściwości chemiczne	Kwasy organiczne są słabymi kwasami, ulegają dysocjacji. Tworzą sole z wodorotlenkami i estry z alkoholami. Sole sodowe i potasowe wyższych kwasów tłuszczowych.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> ▶ redukcja do aldehydów i alkoholi: $\text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow{[\text{H}]} \text{CH}_3\text{-CHO} \xrightarrow{[\text{H}]} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ ▶ tworzenie soli (zobojętnianie wodorotlenkami): $\text{CH}_3\text{-C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{ONa} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">octan sodu</p> ▶ estryfikacja (reakcja z alkoholami): $\text{CH}_3\text{-C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array} + \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O-CH}_2\text{-CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">ester etylowy kwasu etanowego octan etylu</p>
Zastosowanie	Kwasy stosowane są do produkcji środków zapachowych, barwników, leków. Kwasy tłuszczowe służą do produkcji mydła, kwas mrówkowy – do produkcji środków grzybobójczych, kwas tereftalowy - do produkcji włókien poliestrowych oraz włókien poliamidowych o dużej wytrzymałości na zrywanie (kevlar - kamizelki kuloodporne).

Hydroksykwasy

Grupa funkcyjna	-COOH, -OH karboksylowa, hydroksylowa
Wzór ogólny	$\text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-(\text{CH}_2)_n-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \quad \text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \quad \text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} \quad \text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ <p style="text-align: center;">α-hydroksykwas β-hydroksykwas γ-hydroksykwas</p>
Nazewnictwo	kwas hydroksy -owy

Są to pochodne kwasów karboksylowych, posiadające oprócz grupy kwasowej grupę hydroksylową. W zależności od położenia grupy hydroksylowej względem grupy kwasowej rozróżniamy α-, β-, γ-, δ-hydroksykwasy (kolejne atomy węgla w łańcuchu oznacza się symbolami greckimi).

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
kwas hydroksyetanowy	$\text{CH}_2(\text{OH})\text{COOH}$	$\text{CH}_2 \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array} \text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{array}$
kwas 2-hydroksypropanowy (mlekowy)	$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

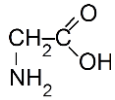
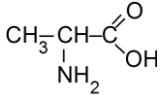
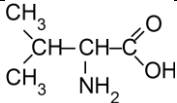
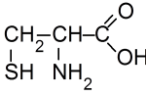
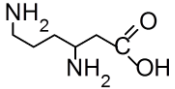
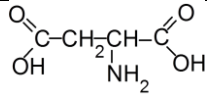
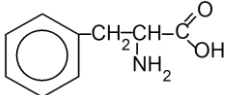
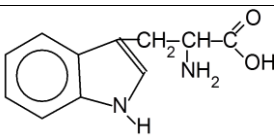
kwasy 2,3-dihydroksybutanodiowy (winowy)	HOOC-CH(OH)-CH(OH)-COOH	
kwasy hydroksybutanodiowy (jabłkowy)	HOOC-CH ₂ -CH(OH)-COOH	
kwasy 2-hydroksy-1,2,3-propanotrikarboksylowy (cytrynowy)	HOOC-CH ₂ -C(OH)(COOH)-CH ₂ -COOH	
kwasy 2-hydroksybenzoesowy (salicylowy)	C ₆ H ₄ (OH)COOH	

Otrzymywanie	$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{Br})\text{-C}(\text{OH})=\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-C}(\text{OH})=\text{O} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-C}(\text{OH})=\text{O} + \text{NaBr}$ <p>Hydroksykwas otrzymuje się halogenokwasów w reakcji z wodorotlenkiem, np. NaOH:</p>
Właściwości fizyczne	Hydroksykwas to ciecze lub ciała stałe, dobrze rozpuszczalne w wodzie i słabo w rozpuszczalnikach organicznych
Właściwości chemiczne	Hydroksykwas są nieco mocniejszymi kwasami niż odpowiadające im kwasy karboksylowe. Są zarówno kwasami jak i alkoholami, tworzą sole, estry, amidy, itd. α-hydroksykwas podczas ogrzewania wskutek wzajemnej estryfikacji dwóch cząsteczek z odszczepieniem dwóch cząsteczek wody tworzą cykliczne laktydy.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> • tworzenie soli, • estryfikacja, • tworzenie estrów międzycząsteczkowych (laktydów): $\text{CH}_3\text{-C}(\text{OH})\text{-C}(\text{OH})=\text{O} + \text{HO-C}(\text{OH})\text{-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{-C}(\text{OH})\text{-O-C}(\text{OH})\text{-CH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">laktyd</p> <ul style="list-style-type: none"> • tworzenie amidów.
Zastosowanie	Przemysł spożywczy (kwasy mlekowy, cytrynowy, kwasy owocowe), garbarstwo, farbiarstwo, środki bakteriobójcze (kwasy salicylowy), synteza leków (salicylany), przemysł kosmetyczny (α-hydroksykwas – AHA).

Aminokwas

Grupa funkcyjna	
Wzór ogólny	R-CH(NH₂)COOH
Nazewnictwo	kwasy amino -owy (aminokwas białkowe noszą nazwy zwyczajowe i ich używa się w praktyce)

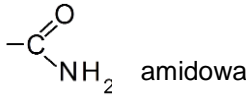
Aminokwasy są pochodnymi kwasów organicznych z grupą aminową dołączoną do łańcucha węglowego. Szczególnie ważną grupą stanowią α -aminokwasy, są one bowiem podstawowym budulcem łańcucha DNA.

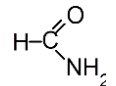
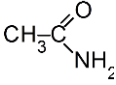
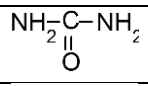
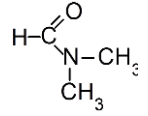
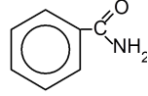
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	symbol aminokwasu białkowego
kwas-2-aminoetanowy (aminooctowy) glicyna	$\text{CH}_2(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Gly
kwas 2-aminopropanowy alanina	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Ala
walina	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Val
cysteina	$(\text{SH})\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Cys
lizyna	$\text{NH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Lys
kwas aspraginowy	$\text{COOHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Asp
fenylalanina	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Phe
tryptofan	$\text{C}_8\text{H}_5(\text{NH})\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$		Trp

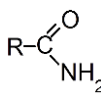
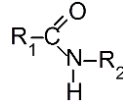
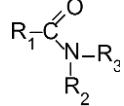
(w tabeli podano kilka z 22 aminokwasów tworzących łańcuch DNA)

Otrzymywanie	Aminokwasy otrzymuje się halogenowcopodstawionych kwasów lub ich estrów w reakcji z amoniakiem: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Cl})\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{HCl}$
Właściwości fizyczne	Aminokwasy są krystalicznymi ciałami stałymi, choć oczekiwalibyśmy raczej cieczy. Dość dobrze rozpuszczają się w wodzie, nie rozpuszczając się prawie w rozpuszczalnikach niepolarnych.
Właściwości chemiczne	Aminokwasy mają własności zarówno kwasów i amin.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> • tworzenie soli, • estryfikacja, • tworzenie peptydów: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{H}-\text{N}(\text{H})\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{H})\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">wiązanie peptydowe (białkowe)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • polikondensacja.
Zastosowanie	Aminokwasy stosowane są w syntezie białek oraz włókien poliamidowych (nylon, elana, itd.)


Amidy	
Grupa funkcyjna	 amidowa
Wzór ogólny	<u>Wzór ogólny</u> R-CONH ₂
Nazewnictwo	amid kwasu -owego, - amid
Szereg homologiczny	amid kwasu metanowego, amid kwasu etanowego, amid kwasu propanowego, itd.

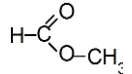
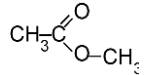
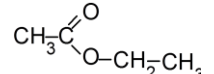
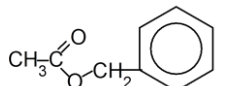
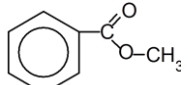
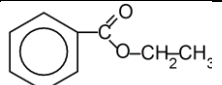
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
amid kwasu metanowego (amid kwasu mrówkowego) (formamid)	HCONH ₂	
amid kwasu octowego (acetamid)	CH ₃ CONH ₂	
karbonamid (mocznik)	NH ₂ CONH ₂	
N,N-dimetyloformamid (DMF)	HCON(CH ₃) ₂	
amid kwasu benzoowego (benzamid)	C ₆ H ₅ CONH ₂	

Rzędowość amidów	<p>Rzędowość amidów związana jest z ilością atomów węgla, połączonych z atomem azotu w grupie amidowej:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>amid pierwszorzędowy</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>amid drugorzędowy</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>amid trzeciorzędowy</p> </div> </div>
Otrzymywanie	<p>Amidy otrzymuje się w reakcji kwasu organicznego z amoniakiem:</p> $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{\text{temp.}} \text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Właściwości fizyczne	Najprostsze aminy są gazami, średnie są cieczeniami o zapachu amoniaku, rozpuszczalnymi w wodzie. Wyższe aminy są bezwonne i nierozpuszczalne w wodzie.
Właściwości chemiczne	Amidy są znacznie mniej reaktywne niż chlorki kwasowe lub estry. Są one amfolitami tzn. reagują zarówno z kwasami, jak i z zasadami, co jest spowodowane występowaniem tautomerii amidowo-imidowej:

Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> hydrolizy w środowisku kwaśnym do kwasów organicznych: $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{NH}_4\text{HSO}_4$ hydrolizy w środowisku zasadowym do soli: $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{ONa} + \text{NH}_3$ redukcja amidów prowadząca do amin: $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2 \xrightarrow{[\text{H}]} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ dehydratacja pierwszorzędowych amidów do nityli.
Zastosowanie	Amidy znalazły zastosowanie między innymi w lecznictwie, w przemyśle tworzyw sztucznych, jako plastyfikator, rozpuszczalnik, środek zwilżający w produkcji lakierów i materiałów wybuchowych, do impregnacji tkanin nieprzemakalnych (amidy kwasu stearynowego).

Estry

Grupa funkcyjna	 estrowa
Wzór ogólny	R'COOR''
Nazewnictwo	-an -ylu, ester -owy kwasu -owego

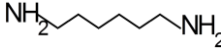
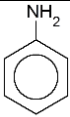
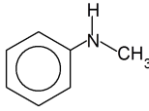
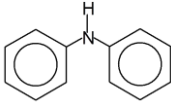
3.2.9. Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
mrówczan metylu ester metylowy kwasu metanowego	HCOOCH ₃	
octan metylu ester metylowy kwasu etanowego	CH ₃ COOCH ₃	
octan etylu ester etylowy kwasu etanowego	CH ₃ COOC ₂ H ₅	
octan benzylu ester benzylowy kwasu etanowego	CH ₃ COOCH ₂ C ₆ H ₅	
benzoesan metylu ester metylowy kwasu benzoesowego	C ₆ H ₅ COOCH ₃	
benzoesan etylu ester etylowy kwasu benzoesowego	C ₆ H ₅ COO C ₂ H ₅	

Otrzymywanie	<p>Estry powstają w reakcji kwasów karboksylowych z alkoholami:</p> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p>lub reakcji kwasów nieorganicznych z alkoholami:</p> $\text{HO-NO}_2 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{NO}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3$ <p style="text-align: center;">azotan etylu</p>
Właściwości fizyczne	Estry niższych kwasów karboksylowych i alkoholi są cieczami słabo mieszającymi się z wodą, o intensywnym i dość przyjemnym zapachu, toksyczne w większych dawkach. Estry kwasów tłuszczowych i gliceryny to tłuszcze.
Właściwości chemiczne	Estry w wodzie ulegają hydrolizie, podobnie jak sole słabych kwasów nieorganicznych. Z wodorotlenkiem sodu lub potasu ulegają zmydłaniu.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> hydroliza $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ <ul style="list-style-type: none"> zmydlenie (reakcja estrów kwasów tłuszczowych i gliceryny z wodorotlenkiem sodu lub potasu): $\begin{array}{c} \text{CCCCCCCCCCCCCCCCCO-O-CH}_2 \\ \text{CCCCCCCCCCCCCCCCCO-O-CH} \\ \text{CCCCCCCCCCCCCCCCCO-O-CH}_2 \end{array} + 3\text{NaOH} \rightarrow 3\text{CCCCCCCCCCCCCCCCCOONa} + \begin{array}{c} \text{HO-CH}_2 \\ \text{HO-CH} \\ \text{HO-CH}_2 \end{array}$ <p style="text-align: center;">mydło sodowe</p>
Zastosowanie	Kiedyś szeroko stosowane jako związki zapachowe w przemyśle spożywczym i kosmetycznym, obecnie wycofane ze względu na własności rakotwórcze. Tłuszcze – estry wyższych kwasów (>C ₁₅) i gliceryny stosowane są do produkcji mydeł.


Aminy

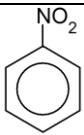
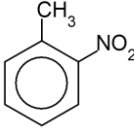
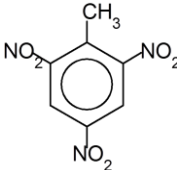
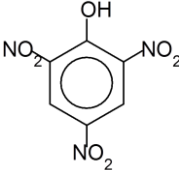
Grupa funkcyjna	-NH ₂ aminowa
Wzór ogólny	R-NH₂
Nazewnictwo	-amina
Szereg homologiczny	metyloamina, etylenoamina, propyloamina, butyloamina, itd.

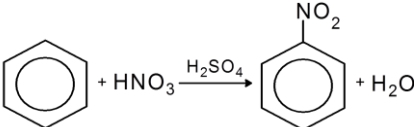
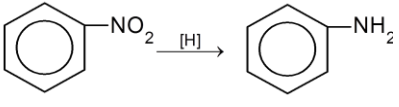
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
metanoamina (metyloamina)	CH ₃ NH ₂	CH ₃ -NH ₂
metanodiamina (metylenodiamina)	NH ₂ CH ₂ NH ₂	NH ₂ -CH ₂ -NH ₂
dimetyloamina	CH ₃ NHCH ₃	CH ₃ -NH-CH ₃
etanoamina (etylodiamina)	C ₂ H ₅ NH ₂	CH ₃ -CH ₂ -NH ₂
etyleno-1,2-diamina	NH ₂ C ₂ H ₄ NH ₂	NH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -NH ₂
N-metyloetanoamina		CH ₃ -CH ₂ -NH-CH ₃

heksametylenodiamina	$\text{NH}_2(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$	
benzenoamina (anilina, fenyloamina)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	
N-metylobenzenoamina (N-metylofenyloamina)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$	
difenyloamina		

Rzędowość amin	Rzędowość amin zależy od ilości atomów węgla, połączonych z atomem azotu w grupie aminowej: $\begin{array}{c} \text{R}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>amina pierwszorzędowa</p> $\begin{array}{c} \text{R}_1-\text{N}-\text{R}_2 \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p>amina drugorzędowa</p> $\begin{array}{c} \text{R}_1-\text{N}-\text{R}_2 \\ \\ \text{R}_3 \end{array}$ <p>amina trzeciorzędowa</p>
Otrzymywanie	Aminy alifatyczne można otrzymać poprzez reakcje halogenowcopochodnych z amoniakiem, jednakże synteza ta zawsze prowadzi do mieszaniny produktów (od aminy pierwszorzędowej aż do czwartorzędowej soli amoniowej).
Właściwości fizyczne	I i II rzędowe aminy z grupami alkilowymi mają charakterystyczny rybi zapach. Aminy z grupami metylowymi są dobrze rozpuszczalnymi w wodzie gazami, aminy z wyższymi grupami alifatycznymi są ciekłe lub stałe i ze wzrostem długości łańcuchów węglowych coraz gorzej rozpuszczają się w wodzie. Aminy aromatyczne są cieczami lub ciałami stałymi o ostrym, charakterystycznym zapachu.
Właściwości chemiczne	Właściwości chemiczne amin są zbliżone do amoniaku. Są to związki o silnych właściwościach zasadowych, łatwo reagują z kwasami nieorganicznymi i organicznymi oraz posiadają odczyn zasadowy w roztworach wodnych
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> reakcja z wodą: $\text{CH}_3-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ reakcja z kwasami nieorganicznymi: $\text{CH}_3-\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$ chlerek amoniowy
Zastosowanie	Aminy alifatyczne stosowane są jako półprodukty w syntezach organicznych m. innymi do produkcji leków, środków ochrony roślin, tworzyw sztucznych. Aminy aromatyczne służą ponadto do produkcji barwników.

Nitrozwiazk	
Grupa funkcyjna	 nitrowa
Wzór ogólny	$\text{R}-\text{NO}_2$, $\text{Ar}-\text{NO}_2$,
Nazewnictwo	nitro-
Szereg homologiczny	nitrometan, nitroetan, nitropropan, itp.

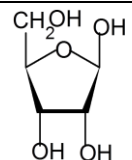
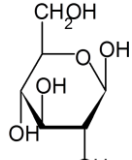
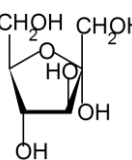
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
nitrometan	CH_3NO_2	$\text{CH}_3\text{-NO}_2$
nitroetan	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NO}_2$
1-nitropropan	$\text{C}_3\text{H}_7\text{NO}_2$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NO}_2$
nitrobenzen	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	
2-nitro-1-metylobenzen nitrotoluen	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)\text{NO}_2$	
2,4,6-trójnitrotoluen (TNT)	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)(\text{NO}_2)_3$	
2,4,6-trójnitrofenol (kwas pikrynowy)	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH})(\text{NO}_2)_3$	

Otrzymywanie	<p>Nitrozwiązki uzyskuje się w reakcji nitrowania w obecności środka odwadniającego (stęż. H_2SO_4):</p> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 
Właściwości fizyczne	Nitrozwiązki są to ciecze albo ciała stałe nierozpuszczalne w wodzie, silnie toksyczne.
Właściwości chemiczne	Związki nitrowe redukują się do amin pierwszorzędowych.
Najważniejsze reakcje	<ul style="list-style-type: none"> redukcja się do amin: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NO}_2 \xrightarrow{[\text{H}]} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$ <p style="text-align: center;">etyloamina</p>  <p style="text-align: center;">anilina</p>
Zastosowanie	Alifatyczne związki nitrowe są dobrymi rozpuszczalnikami. Stosowane są jako paliwa raketowe. Aromatyczne związki nitrowe służą jako półprodukty w przemyśle organicznym. Nitrozwiązki mają największe zastosowanie w produkcji materiałów wybuchowych, z których najbardziej znany jest trójnitrotoluen (TNT, TROTYL) oraz kwas pikrynowy.

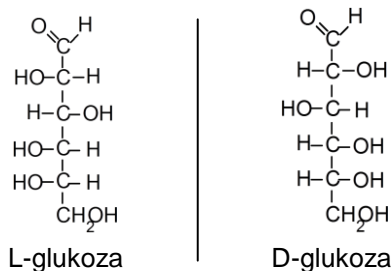
Węglowodany

Wzór ogólny	$C_n(H_2O)_n$
Nazewnictwo	-oza,

Węglowodany są to związki, w których stosunek ilości atomów wodoru do tlenu jest taki sam, jak w wodzie (1:2), związki te posiadają w swoich cząsteczkach grupy wodorotlenowe, aldehydowe i karbonylowe (ketonowe). Węglowodany na: cukry proste (monosacharydy), dwucukry (disacharydy), wielocukry (oligosacharydy i polisacharydy). Większość biologicznie ważnych monosacharydów ma 5 lub 6 atomów węgla.

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	forma cykliczna
ryboza	$C_5H_{10}O_5$	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	 <p style="text-align: center;">β-D-ryboza</p>
glukoza	$C_6H_{12}O_6$	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	 <p style="text-align: center;">β-D-glukopiranoza</p>
fruktoza	$C_6H_{12}O_6$	$ \begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} $	 <p style="text-align: center;">α-D-fruktoza</p>

Prawie wszystkie monosacharydy są optycznie czynne, czyli wykazują chiralność - występowanie zjawiska izomerii optycznej. **Izomeria optyczna (chiralność)**, jest to rodzaj izomerii konfiguracyjnej, która polega na występowaniu dwu różnych odmian postaci niektórych związków chemicznych, które nie różnią się niczym oprócz tego, że stanowią swoje wzajemnie nienakładalne odbicie lustrzane:



Pary takich izomerów nazywa się enancjomerami, wykazują się one często odmiennymi właściwościami, np. kierunkiem skręcalności światła spolaryzowanego, czy sposobem krystalizacji.

Otrzymywanie	Węglowodany występują naturalnie w przyrodzie: ryboza – w kwasach nukleinowych (RNA), nukleotydach niektórych koenzymach (koenzym A) i witaminach (witamina B ₁₂), glukoza – owoce, winogrona, miód, powstaje w organizmie z rozpadu węglowodanów złożonych, fruktoza: owoce, miód, powstaje w organizmie z rozpadu sacharozy i aspartamu.
Właściwości chemiczne	Wszystkie monosacharydy posiadają właściwości redukcyjne.
Najważniejsze reakcje	monocukry ulegają reakcjom, jak ketony, aldehydy i alkohole, np. <ul style="list-style-type: none"> • reakcja Tollensa, • estryfikacja.
Zastosowanie	Węglowodany spełniają w organizmach następujące funkcje: zapasowe – podczas wieloetapowego spalania 1 g glukozy w komórkach wyzwala się 17,2 kJ energii, transportowe – glukoza, budulcowe - (celuloza, hemiceluloza), wchodzą w skład DNA i RNA, stanowią modyfikację niektórych białek, hamują krzepnięcie krwi - heparyna, są materiałem energetycznym (fruktoza) i odżywczym (maltoza, laktoza, rafinoza).

PYTANIA KONTROLNE

1. Podział węglowodorów.
2. Scharakteryzować alkany i alkiny (wzory, nazewnictwo, reakcje).
3. Omówić wiązanie występujące w pierścieniu aromatycznym.
4. Co to są etery i jak powstają?
5. Jakie znasz alkohole wielowodorotlenowe?
6. Co to są fenole?
7. Jak otrzymuje się aldehydy i ketony?
8. Kwasy karboksylowe i ich pochodne
9. Na czy polega reakcja estryfikacji
10. Omówić aminy.
11. Co to są węglowodany?
12. Jakie znaczenie mają α -aminokwasy?