

PODSTAWY CHEMII ORGANICZNEJ

Opracowanie: dr Urszula Lelek-Borkowska

CZĘŚĆ TEORETYCZNA

1. Wstęp

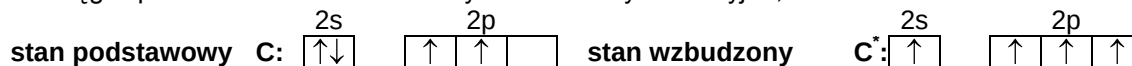
Chemia organiczna to chemia związków węgla (oprócz tlenków oraz kwasu węglowego i jego pochodnych). Istnieje ogromna liczba związków organicznych występujących w przyrodzie oraz syntezowanych przez człowieka (obecnie > 10 000 000). Wszystkie związki organiczne podlegają jednak kilku podstawowym zasadom:

- ▶ 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 (π) z nałożenia się niezhybrydowanych 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

Związki organiczne dzielimy ogólnie na: węglowodory – w ich skład wchodzi wyłącznie atomy C i H, oraz związki z grupami funkcyjnymi, zawierające także atomy innych pierwiastków: O, N, S, itd.

Węglowodory występują w postaci łańcuchowej, jak i cyklicznej, mogą być nasycone (wszystkie wiązania pomiędzy atomami węgla są pojedyncze – alkan, cykloalkany) lub nienasycone (występują wiązania wielokrotne – alkeny, alkiny, węglowodory aromatyczne).

Grupy funkcyjne w pozostałych związkach organicznych determinują własności cząsteczki

3.1. Węglowodory

3.1.1. Alkany, cykloalkany

Alkany są węglowodorami nasyconymi – wszystkie wiązania pomiędzy atomami węgla są pojedyncze.

Wzór ogólny C_nH_{2n+2}

Nazewnictwo –an

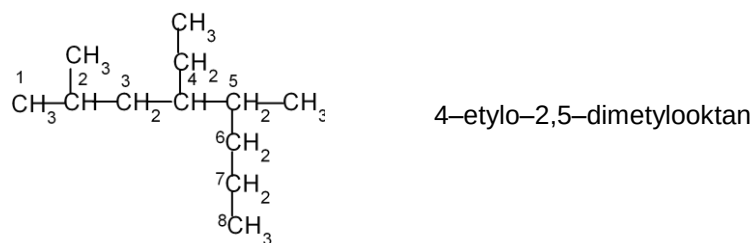
Szereg homologiczny metan, etan, propan, butan, pentan, heksan, heptan, oktan, nonan, dekan, undekan, dodekan, tridekan, tetradekan, pentadekan, itd.

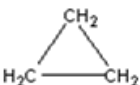
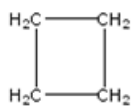
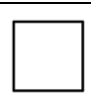
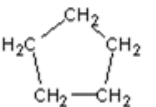
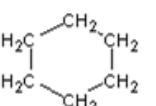
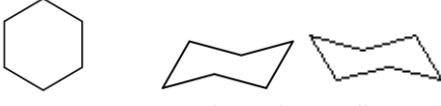
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	wzór uproszczony
metan	CH_4	CH_4	–
etan	C_2H_6	CH_3-CH_3	–
propan	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	
butan	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ n-butan $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ 2-metylopropan (izobutan)	
pentan	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ pentan $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3$ 2-metylobutan (izopentan) $CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$ 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 ₃ H ₆		
cyklobutan	C ₄ H ₈		
cyklopentan	C ₅ H ₁₀		
cykloheksan	C ₆ H ₁₂		 struktura krzeselkowa

Otrzymywanie

Alkany uzyskuje się przede wszystkim ze źródeł naturalnych: gazu ziemnego oraz ropy naftowej w procesie rafinacji.

Właściwości fizyczne

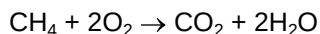
Pierwsze cztery homologi w warunkach normalnych są gazami, C₅–C₁₅ są cieczami, C_{n>15} są ciałami stałymi. Wszystkie alkany mają gęstość niższą od wody. Są nierozpuszczalne w wodzie, rozpuszczają się w eterze, benzenie i innych rozpuszczalnikach organicznych. Cyklopropan i cyklobutan są nietrwałe, pozostałe cykloalkany mają własności podobne do alkanów.

Właściwości chemiczne

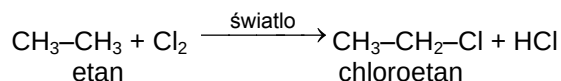
Alkany są mało reaktywne ze względu na wysycenie wiązań (wszystkie wiązania są pojedyncze). Ulegają wyłącznie reakcjom **substytucji** (podstawiania) za atomy wodoru.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ spalanie do dwutlenku węgla i wody (przy wystarczającym dostępie tlenu), np.:



- ▶ substytucja (podstawianie) halogenowcami (za atomy wodoru) w obecności światła jako katalizatora:



Zastosowanie

Uzyskiwanie energii z procesów spalania: metan – gaz ziemny, propan–butan – gaz turystyczny, izooktan (2,2,4–trimetylopentan) – paliwo wzorcowe do wyznaczania liczby oktanowej oraz dodatek do paliwa (liczba oktanowa określa odporność mieszanki paliwowo-powietrznej na samozapłon i spalanie stukowe, dla izooktanu wynosi 100); rozpuszczalniki – heksan, halogenowcopochodne – substraty do syntez organicznych.

3.1.2. Alkeny, dieny

Alkeny (dieny) są węglowodorami nienasyconymi – w cząsteczce występuje jedno wiązanie podwójne pomiędzy atomami węgla (w przypadku dienów – dwa wiązania podwójne).

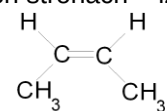
Wzór ogólny C_nH_{2n} (C_nH_{2n-2})

Nazewnictwo –en (–dien)

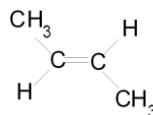
Szereg homologiczny eten, propen, buten, penten, butadien, pentadien, itd.

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	wzór uproszczony
eten (etylen)	C ₂ H ₄	CH ₂ =CH ₂	
propen (propylen)	C ₃ H ₆	CH ₂ =CH ₂ -CH ₃	
buten	C ₄ H ₈	CH ₂ =CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	
but-2-en (2-buten)	C ₄ H ₈	CH ₃ -CH=CH-CH ₃	
buta-1,3-dien (1,3-butadien)	C ₄ H ₆	CH ₂ =CH-CH=CH ₂	
buta-1,2-dien (1,2-butadien)	C ₄ H ₆	CH ₂ =C=CH-CH ₂	

W alkenach oprócz izomerii konstytucyjnej (np. różne położenie wiązania podwójnego w butadienie) występuje także **izomeria geometryczna** (izomeria trans-cis, izomeria *E-Z*) związana z położeniem podstawników przy wiązaniach wielokrotnych (większe podstawniki po tej samej stronie wiązania podwójnego – izomeria cis, po przeciwnych stronach – izomeria trans).



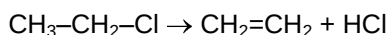
cis (Z) but-2-en



trans (E) but-2-en

Otrzymywanie

Alkeny otrzymuje się m.in. poprzez eliminację halogenowcowodorów z halogenowcopochodnych alkanów.



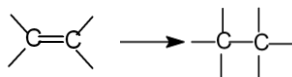
Większość alkenów stosowanych w przemyśle pochodzi z przeróbki (krakingu niskociśnieniowego, tzw. olefinowego) różnych frakcji ropy, głównie benzyny ciężkiej.

Właściwości fizyczne

Alkeny wykazują właściwości fizyczne zbliżone do analogicznych alkanów, w zależności od ilości atomów węgla w łańcuchu.

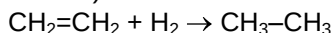
Właściwości chemiczne

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**.

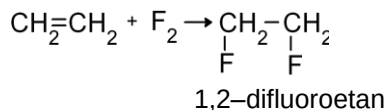


Najważniejsze reakcje:

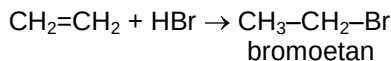
- ▶ addycja cząsteczki wodoru (uwodornienie):



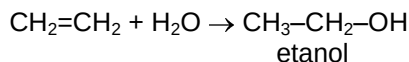
- ▶ addycja cząsteczki halogenowca:



- ▶ addycja cząsteczki halogenowcowodoru:

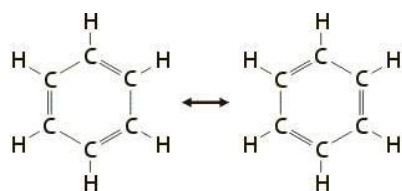


- ▶ addycja cząsteczki wody:

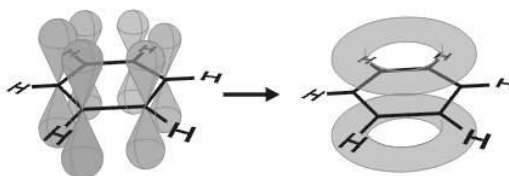


Zastosowanie

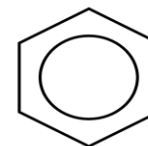
Alkeny mają zastosowanie przede wszystkim w syntezach organicznych i polimeryzacji. Największe zastosowanie jako substrat ma etylen, otrzymuje się z niego między innymi: polietylen (PE), polichlorek winylu (PCW), rozpuszczalniki, leki, włókna syntetyczne, żywice, farby, kleje, polistyren, itp.



teoretyczne struktury Kekule'go



struktura rzeczywista



zapis uproszczony

Szereg homologiczny benzen, toluen, ksylen, etylobenzen, itd.

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
benzen	C_6H_6	
toluen (metylobenzen)	$C_6H_5CH_3$	
ksylen (orto-, meta-, para ksylen)	$C_6H_5(CH_3)_2$	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

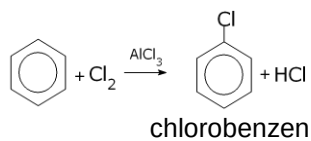
Benzen jest bezbarwną, palną cieczą o gęstości mniejszej od wody, posiada charakterystyczny zapach, ma własności rakotwórcze. Homologi benzenu mają własności zbliżone do alkanów i benzenu.

Właściwości chemiczne

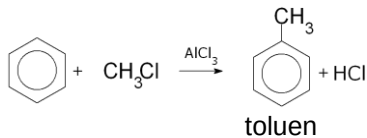
Struktura benzenu (sześć elektronów krążących po całej cząsteczce) jest bardzo trwała. W związku z tym, pomimo trzech wiązań nienasyconych, benzen ulega reakcjom **substytucji** (podstawiania) za atomy wodoru.

Najważniejsze reakcje:

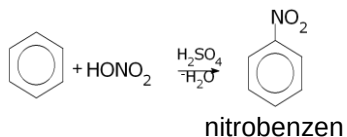
- halogenowcowanie:



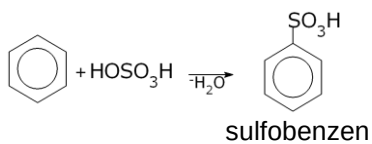
- alkilowanie:



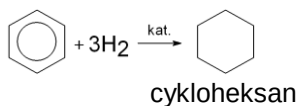
- nitrowanie:



- sulfonowanie:



- uwodornienie:

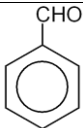
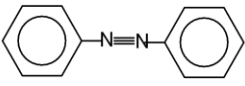
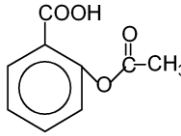


Zastosowanie

Benzen, kiedyś stosowany jako rozpuszczalnik, obecnie ze względu na własności 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.

Najważniejsze pochodne benzenu

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
aminobenzen (anilina)	$C_6H_5NH_2$	
nitrobenzen	$C_6H_5NO_2$	
2,4,6-trójnitoluen (TNT)	$C_6H_5(CH_3)(NO_2)_3$	
sulfobenzen	$C_6H_5SO_3H$	
kwas benzoesowy	C_6H_5COOH	

aldehyd benzoesowy	C_6H_5CHO	
azobenzen	$(C_6H_5)_2N_2$	
kwask 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**.

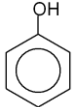
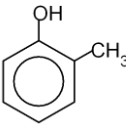
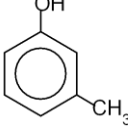
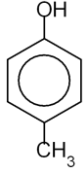
3.2.1. Alkohole, fenole, glikole (alkohole wielowodorotlenowe)

Grupa funkcyjna –OH hydroksylowa

Wzór ogólny R–OH, Ar–OH,

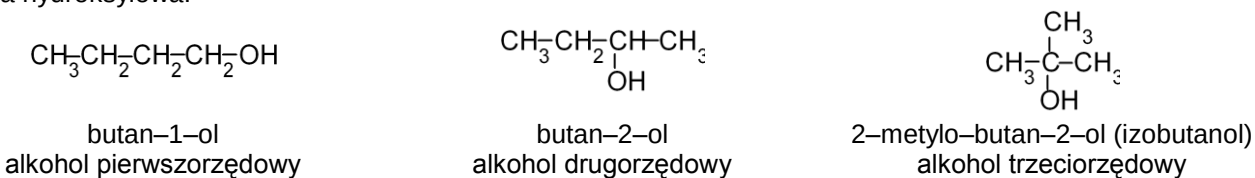
Nazewnictwo –ol, alkohol –owy, fenol

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_7OH	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ propan-1-ol (n-propanol) $CH_3-CH(OH)-CH_3$ propan-2-ol (izopropanol)
glikol etylenowy etan-1,2-diol	$C_2H_4(OH)_2$	CH_2-CH_2 OH OH
gliceryna propan-1,2,3-triol	$C_3H_5(OH)_3$	$CH_2-CH-CH_2$ OH OH OH
fenol (hydroksybenzen)	C_6H_5OH	
krezol (orto-, meta-, para krezol)	C_7H_8O	 2-metylofenol o-krezol  3-metylofenol m-krezol  4-metylofenol p-krezol

Rzędowość alkoholi

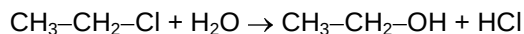
Rzędowość alkoholi jest powiązana z ilością atomów węgla, połączonych z atomem C, przy którym znajduje się grupa hydroksylowa.



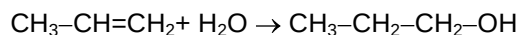
Otrzymywanie

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:

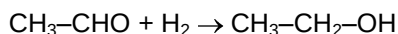
- ▶ hydrolizy halogenków alkilów w środowisku kwaśnym:



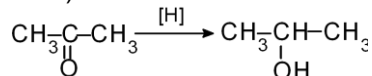
- ▶ addycji cząsteczki wody do alkenów:



- ▶ redukcji aldehydów (alkohole 1 rzędowe):



- ▶ redukcji ketonów (alkohole 2 rzędowe):



Właściwości fizyczne

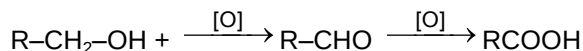
Alkohole są lotnymi cieczami o charakterystycznym zapachu. Alkohol metylowy i glikole dwuwodorotlenowe są silnymi truciznami. Alkohol etylowy ma własności narkotyczne.

Właściwości chemiczne

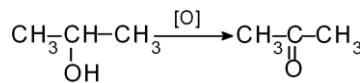
Wodne roztwory alkoholi mają odczyn obojętny. Alkohole ulegają utlenieniu do aldehydów (1rzędowe) i ketonów (2 rzędowe).

Najważniejsze reakcje:

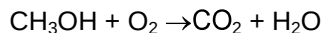
- ▶ utlenianie do aldehydów, a następnie do kwasów organicznych (alkohole 1 rzędowe):



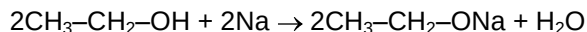
- ▶ utlenienie do ketonów



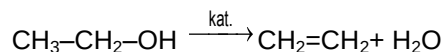
- ▶ spalanie:



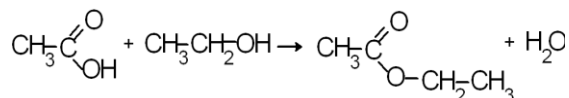
- ▶ reakcja z metalami – tworzenie alkoholanów:



- ▶ katalityczna dehydratacja (odwodnienie):



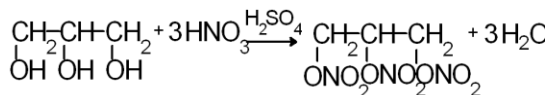
- ▶ estryfikacja - reakcja z kwasami organicznymi bądź nieorganicznymi z utworzeniem estrów:



kwas octowy

octan etylu

(ester etylowy kwasu etanowego)

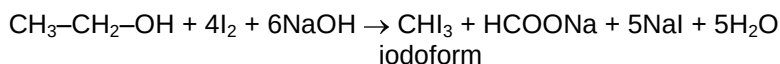


gliceryna

trójazotan gliceryny

(błędnie nazywany nitrogliceryną)

- ▶ reakcja **jodoformowa Liebena**, charakterystyczna dla ugrupowania CH₃CO– oraz związków, które dają to ugrupowanie w reakcji utlenienia, np. etanolu:



Zastosowanie

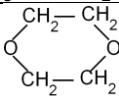
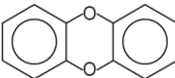
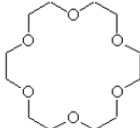
Alkohole stosowane są najczęściej jako rozpuszczalniki organiczne, substraty do syntez organicznych, etanol stosowany jest do produkcji leków i celów spożywczych. Gliceryna stosowana jest w przemyśle: farmaceutycznym, spożywczym, kosmetycznym (kremy, mydła) i skórzanym (garbowanie), wykorzystywana jest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

3.2.2. Etery

Grupa funkcyjna –O– mostek tlenowy

Wzór ogólny **R–O–R'**, Ar–O–R, Ar–O–Ar

Nazewnictwo eter –owy

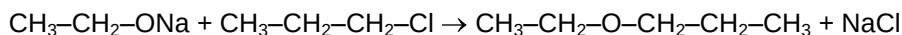
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
eter dimetylowy	C ₂ H ₆ O	CH ₃ –O–CH ₃
eter dietylowy	C ₄ H ₁₀ O	CH ₃ –CH ₂ –O–CH ₂ –CH ₃
eter etylometylowy	C ₃ H ₈ O	CH ₃ –O–CH ₂ CH ₃
1,4–dioksan	C ₄ H ₈ O ₂	
oksantren (dioksyna) (dibenzo-1,4-dioksyna)	C ₁₂ H ₈ O ₂	
Etery cykliczne (etery koronowe)		
tetrahydrofuran	C ₄ H ₈ O	
korand (18)korona(6)	C ₁₂ H ₂₄ O ₆	

Otrzymywanie

Etery uzyskuje się najczęściej przez odwodnienie alkoholi:



Można je otrzymać także w reakcji alkoholanu z halogenowcopochodną (synteza Williamsona)



Dioksyny powstają podczas spalania substancji organicznych (np. plastików) przy niedoborze tlenu.

Właściwości fizyczne

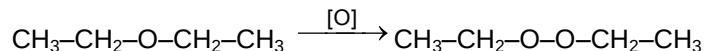
Eter dimetylowy i etylometylowy są gazami. Począwszy od eteru dietylowego etery alkilowe są cieczami. Część z nich ma działanie narkotyczne, znieczulające i nasenne. Dioksyny są jednymi z najbardziej toksycznych związków organicznych.

Właściwości chemiczne

Etery są dość trwałymi i niezbyt reaktywnymi związkami. Ulegają utlenieniu do polieterów.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ utlenianie:



Zastosowanie

Rozpuszczalniki w procesie ekstrakcji (np. w pralniach chemicznych), w syntezach organicznych, do uzyskiwania niskich temperatur, dawniej w lecznictwie jako środek nasenny i znieczulający.

3.2.3. Aldehydy

Grupa funkcyjna



aldehadowa

Wzór ogólny R–CHO

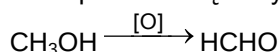
Nazewnictwo –al, aldehyd –owy

Szereg homologiczny metanal, etanal, propanal, butanal, itd.

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:



Właściwości fizyczne

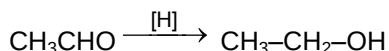
Aldehydy są to toksyczne substancje będące w większości ciałami stałymi, słabo rozpuszczalnymi w wodzie, o charakterystycznym, dusznym zapachu. Wyjątek stanowią aldehyd mrówkowy i octowy, które są gazami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie (do ok. 40% wagowych). Aldehyd benzoesowy jest nietoksyczny.

Właściwości chemiczne

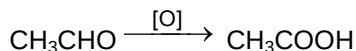
Aldehydy posiadają silne właściwości redukujące, same utleniając się do kwasów organicznych.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ redukcja do alkoholi 1 rzędowych:

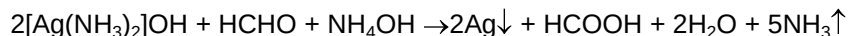


- ▶ utlenianie do kwasów organicznych:

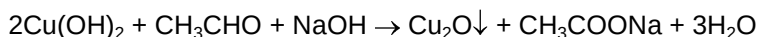


Przykładami reakcji utleniania aldehydów są:

próba Tollensa (lustra srebrnego) polegająca na reakcji aldehydu z jonem kompleksowym srebra (dwuamminosrebra), w wyniku której ulega on utlenieniu do kwasu organicznego, zaś srebro jest redukowane do srebra metalicznego:



próba Fehlinga, w której utleniający się aldehyd redukuje jony miedzi (II) do miedzi (I):



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).

3.2.4. Ketony

Grupa funkcyjna --C=O karbonylowa

Wzór ogólny **R'--CO--R''**

Nazewnictwo **-on, – keton**

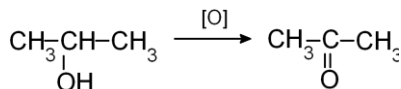
Szereg homologiczny propanon, butanon, pentanon, itd.

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
propanon dimetyloketon, aceton	CH ₃ COCH ₃	
butanon etylometyloketon	CH ₃ COC ₂ H ₅	

pentan-2-on metylopropyloketon	$\text{CH}_3\text{COC}_3\text{H}_7$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
pentan-3-on dietyloketon	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COC}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

Otrzymywanie

Ketony otrzymuje się podczas utleniania alkoholi 2 rzędowych:



Właściwości fizyczne

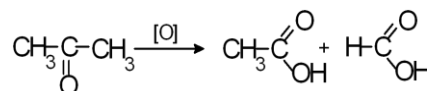
Niższe ketony są mało toksycznymi, rozpuszczalnymi w wodzie, łatwopalnymi cieczami o charakterystycznym zapachu.

Właściwości chemiczne

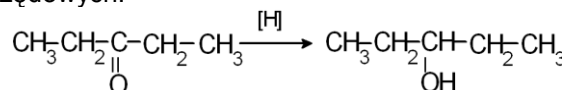
Ketony mają własności zbliżone do aldehydów.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ utlenianie do kwasów karboksylowych (cząsteczka ketonu ulega rozpadowi):



- ▶ redukcja do alkoholi 2 rzędowych:



- ▶ reakcja **jodoformowa Gunninga** (charakterystyczna dla metyloketonów – zawierających grupę CH_3CO):



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).

3.2.5. Kwasy karboksylowe

Grupa funkcyjna



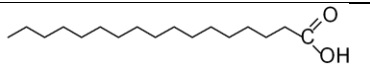
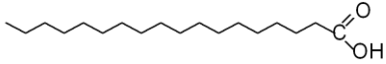
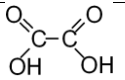
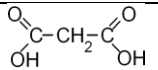
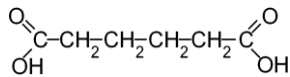
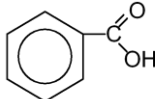
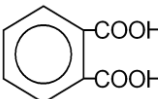
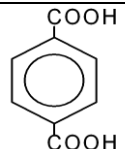
karboksylowa

Wzór ogólny RCOOH

Nazewnictwo kwas **-owy**

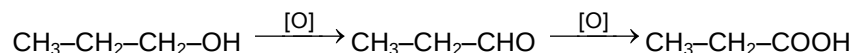
Szereg homologiczny kwas metanowy, etanowy, propanowy, butanowy, itd.

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy lub uproszczony
kwas metanowy (mrówkowy)	CH_2O_2	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{OH}$
kwas etanowy (octowy)	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{OH}$
kwas propanowy (propionowy)	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{OH}$
kwas butanowy (masłowy)	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{OH}$
kwas palmitynowy	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{OH}$

kwasy margarynowe	$C_{16}H_{33}COOH$	
kwasy stearynowe	$C_{17}H_{35}COOH$	
kwasy etanodiowe (szczawinowe)	$(COOH)_2$	
kwasy propanodiowe (malonowe)	$HOOCCH_2COOH$	
kwasy heksanodiowe (adypinowe)	$HOOC(CH_2)_4COOH$	
kwasy benzoowe	C_6H_5COOH	
kwasy ftalowe kwasy 1,2-benzenodikarboksylowe	$C_6H_4(COOH)_2$	
kwasy tereftalowe kwasy 1,4-benzenodikarboksylowe	$C_6H_4(COOH)_2$	

Otrzymywanie

Kwasy karboksylowe uzyskuje się w wyniku utleniania alkoholi i aldehydów:



Właściwości fizyczne

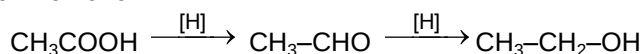
Kwasy karboksylowe z krótkimi łańcuchami są dobrze rozpuszczalnymi się w wodzie cieczami o ostrym, nieprzyjemnym zapachu. Kwasy karboksylowe o długich (powyżej 10 atomów węgla) są ciałami stałymi i noszą nazwę kwasów tłuszczowych. Kwas mrówkowy ma właściwości grzybobójcze.

Właściwości chemiczne

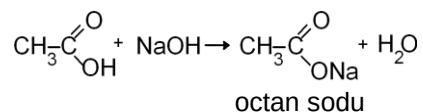
Kwasy organiczne są słabymi kwasami, ulegają dysocjacji. Tworzą sole z wodorotlenkami i estry z alkoholami. Sole sodowe i potasowe wyższych kwasów tłuszczowych

Najważniejsze reakcje:

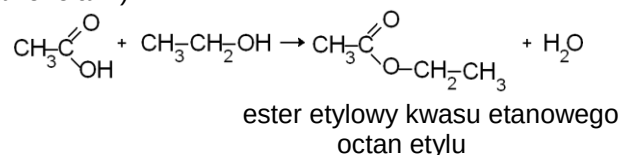
- ▶ redukcja do aldehydów i alkoholi:



- ▶ tworzenie soli (zobojętnianie wodorotlenkami):



- ▶ estryfikacja (reakcja z alkoholami):



Zastosowanie

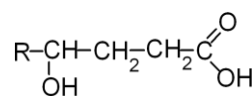
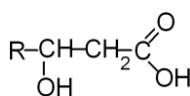
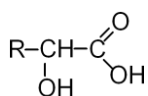
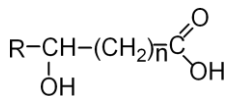
Kwasy stosowane są do produkcji środków zapachowych, barwników, leków. Kwasy tłuszczowe służą do produkcji mydła, kwas mrówkowy – do produkcji środków grzybobójczych, kwas tereftalowy - do produkcji włókien poliestrowych oraz włókien poliamidowych o dużej wytrzymałości na zrywanie (kevlar - kamizelki kuloodporne).

3.2.6. Hydroksykwasy

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).

Grupa funkcyjna –COOH, –OH karboksylowa, hydroksylowa

Wzór ogólny



α -hydroksykwasy

β -hydroksykwasy

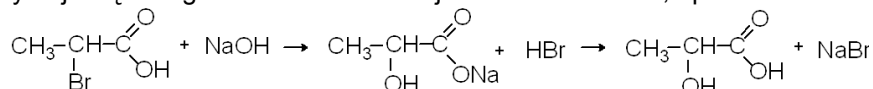
γ -hydroksykwasy

Nazewnictwo kwas **hydroksy –owy**

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
kwas hydroksyetanowy	$\text{CH}_2(\text{OH})\text{COOH}$	
kwas 2-hydroksypropanowy (mlekowy)	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH}$	
kwas 2,3-dihydroksybutanodiowy (winowy)	$\text{HOOC}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}(\text{OH})-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}(\text{OH})-\text{COOH}$	
kwas hydroksybutanodiowy (jabłkowy)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}(\text{OH})-\text{COOH}$	
kwas 2-hydroksy-1,2,3-propanotrikarboksylowy (cytrynowy)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{C}}(\text{OH})(\text{COOH})-\text{CH}_2-\text{COOH}$	
kwas 2-hydroksybenzoesowy (salicylowy)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$	

Otrzymywanie

Hydroksykwasy otrzymuje się halogenokwasów w reakcji z wodorotlenkiem, np. NaOH:



Właściwości fizyczne

Hydroksykwasy to ciecze lub ciała stałe, dobrze rozpuszczalne w wodzie i słabo w rozpuszczalnikach organicznych.

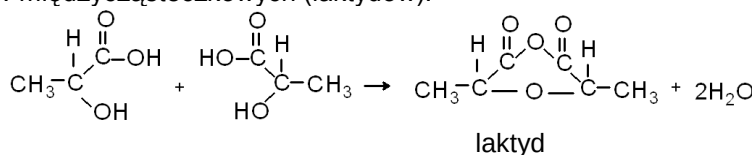
Właściwości chemiczne

Hydroksykwasy są nieco mocniejszymi kwasami niż odpowiadające im kwasy karboksylowe. Są zarówno kwasami jak i alkoholami, tworzą sole, estry, amidy, itd.

α -hydroksykwasy podczas ogrzewania wskutek wzajemnej estryfikacji dwóch cząsteczek z odsczepieniem dwóch cząsteczek wody tworzą cykliczne laktydy.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ tworzenie soli,
- ▶ estryfikacja,
- ▶ tworzenie estrów międzycząsteczkowych (laktydów):



- ▶ tworzenie amidów.

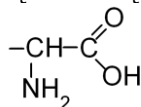
Zastosowanie

Przemysł spożywczy (kwas mlekowy, cytrynowy, kwasy owocowe), garbarstwo, farbiarstwo, środki bakteriobójcze (kwas salicylowy), synteza leków (salicylany), przemysł kosmetyczny (α -hydroksykwas – AHA).

3.2.7. Aminokwasy

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.

Grupa funkcyjna



Wzór ogólny **R-CH(NH₂)COOH**

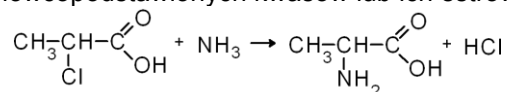
Nazewnictwo **kwas amino –owy** (aminokwasy białkowe noszą nazwy zwyczajowe i ich używa się w praktyce)

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	symbol aminokwasu białkowego
kwas-2-aminoetanowy (aminooctowy) glicyna	CH ₂ (NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Gly
kwas 2–aminopropanowy alanina	CH ₃ CH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Ala
walina	(CH ₃) ₂ CHCH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Val
cysteina	(SH)CH ₂ CH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{SH} \quad \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Cys
lizyna	NH ₂ CHCH ₂ CH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{NH}_2 \\ \\ \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Lys
kwas aspraginowy	COOHCH ₂ CH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{OH}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \\ \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Asp
fenyloalanina	C ₆ H ₅ CH ₂ CH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Phe
tryptofan	C ₈ H ₅ (NH)CH ₂ CH(NH ₂)COOH	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{Indol}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C} \\ \quad \diagup \\ \text{NH}_2 \quad \text{OH} \end{array}$	Trp

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

Otrzymywanie

Aminokwasy otrzymuje się halogenowcopodstawionych kwasów lub ich estrów w reakcji z amoniakiem:



Właściwości fizyczne

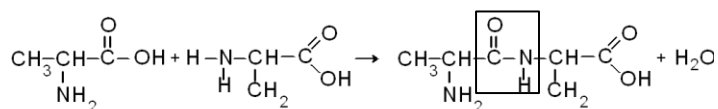
Aminokwasy są Aminokwasy są krystalicznymi ciałami stałymi, choć oczekiwalibyśmy raczej cieczy. Dość dobrze rozpuszczają się w wodzie, nie rozpuszczając się prawie w rozpuszczalnikach niepolarnych.

Właściwości chemiczne

Aminokwasy mają własności zarówno kwasów i amin.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ tworzenie soli,
- ▶ estryfikacja,
- ▶ tworzenie peptydów:



wiązanie peptydowe (białkowe)

► polikondensacja.

Zastosowanie

Aminokwasy stosowane są w syntezie białek oraz włókien poliamidowych (nylon, elana, itd.)

3.2.8. Amidy

Grupa funkcyjna



amidowa

Wzór ogólny **R-CONH₂**

Nazewnictwo **amid kwasu -owego, - amid**

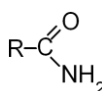
Szereg homologiczny

amid kwasu metanowego, amid kwasu etanowego, amid kwasu propanowego, itd.

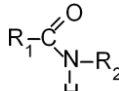
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
amid kwasu metanowego (amid kwasu mrówkowego) (formamid)	HCONH ₂	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$
amid kwasu octowego (acetamid)	CH ₃ CONH ₂	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$
karbonamid (mocznik)	NH ₂ CONH ₂	$\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}_2$
N,N-dimetyloformamid (DMF)	HCON(CH ₃) ₂	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})\text{N}(\text{CH}_3)_2$
amid kwasu benzoowego (benzamid)	C ₆ H ₅ CONH ₂	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{NH}_2$

Rzędowość amidów

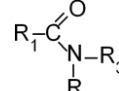
Rzędowość amidów związana jest z ilością atomów węgla, połączonych z atomem azotu w grupie amidowej:



amid pierwszorzędowy



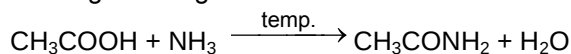
amid drugorzędowy



amid trzeciorzędowy

Otrzymywanie

Amidy otrzymuje się w reakcji kwasu organicznego z amoniakiem:



Właściwości fizyczne

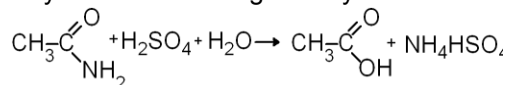
Najprostsze aminy są gazami, średnie są cieciami o zapachu amoniaku, rozpuszczalnymi w wodzie. Wyższe aminy są bezwonne i nierozpuszczalne w wodzie.

Właściwości chemiczne

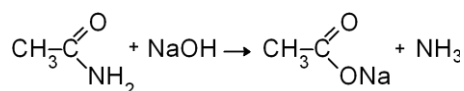
Amidy są znacznie mniej reaktywne niż chlorki kwasowe lub estry. Są one amfolitami tzn. reagują zarówno z kwasami, jak i z zasadami, co jest spowodowane występowaniem tautomerii amidowo-imidowej:

Najważniejsze reakcje:

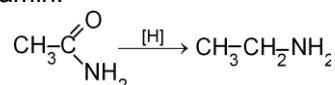
► hydrolizy w środowisku kwaśnym do kwasów organicznych:



► hydrolizy w środowisku zasadowym do soli:



- ▶ redukcja amidów prowadząca do amin:



- ▶ dehydratacja pierwszorzędowych amidów do nityli.

Zastosowanie

Amidy znalazły zastosowanie między innymi w lecznictwie, w przemyśle tworzyw sztucznych, jako plastifikator, rozpuszczalnik, środek zwilżający w produkcji lakierów i materiałów wybuchowych, do impregnacji tkanin nieprzemakalnych (amidy kwasu stearynowego).

3.2.9. Estry

Grupa funkcyjna



estrowa

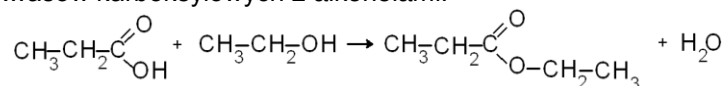
Wzór ogólny $\text{R}'\text{COOR}''$

Nazewnictwo -an -ylu, ester -owy kwasu -owego

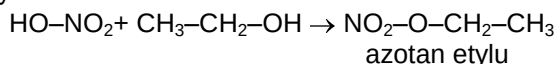
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
mrówczan metylu ester metylowy kwasu metanowego	HCOOCH_3	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$
octan metylu ester metylowy kwasu etanowego	$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$
octan etylu ester etylowy kwasu etanowego	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$
octan benzylu ester benzylowy kwasu etanowego	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$
benzoesan metylu ester metylowy kwasu benzoowego	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$
benzoesan etylu ester etylowy kwasu benzoowego	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO C}_2\text{H}_5$	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$

Otrzymywanie

Estry powstają w reakcji kwasów karboksylowych z alkoholami:



lub reakcji kwasów nieorganicznych z alkoholami:



Właściwości fizyczne

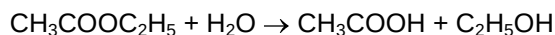
Estry niższych kwasów karboksylowych i alkoholi są cieczami słabo mieszającymi się z wodą, o intensywnym i dość przyjemnym zapachu, toksyczne w większych dawkach. Estry kwasów tłuszczowych i gliceryny to tłuszcze.

Właściwości chemiczne

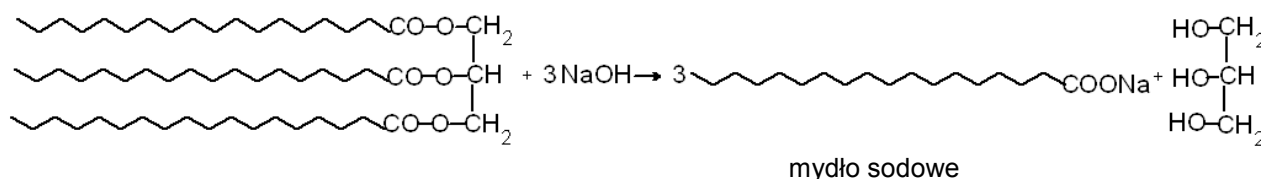
Estry w wodzie ulegają hydrolizie, podobnie jak sole słabych kwasów nieorganicznych. Z wodorotlenkiem sodu lub potasu ulegają zmydlaniu.

Najważniejsze reakcje:

- ▶ hydroliza



- ▶ zmydlanie (reakcja estrów kwasów tłuszczowych i gliceryny z wodorotlenkiem sodu lub potasu):



Zastosowanie

Kiedyś szeroko stosowane jako związki zapachowe w przemyśle spożywczym i kosmetycznym, obecnie wycofane ze względu na własności rakotwórcze. Tłuszcze – estry wyższych kwasów (>C₁₅) i gliceryny stosowane są do produkcji mydeł.

3.2.10. Aminy

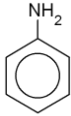
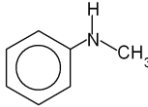
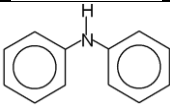
Aminy są pochodnymi amoniaku, w którym jeden, dwa lub trzy wodory zostały zastąpione węglowodorem.

Grupa funkcyjna –NH₂ aminowa

Wzór ogólny R–NH₂

Nazewnictwo –amina

Szereg homologiczny metyloamina, etylenoamina, propyloamina, butyloamina, itd.

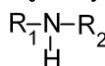
Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy
metanoamina (metyloamina)	CH ₃ NH ₂	CH ₃ –NH ₂
metanodiamina (metylenodiamina)	NH ₂ CH ₂ NH ₂	NH ₂ –CH ₂ –NH ₂
dimetyloamina	CH ₃ NHCH ₃	CH ₃ –NH–CH ₃
etanoamina (etylodiamina)	C ₂ H ₅ NH ₂	CH ₃ –CH ₂ –NH ₂
etyleno–1,2–diamina	NH ₂ C ₂ H ₄ NH ₂	NH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –NH ₂
N–metyloetanoamina		CH ₃ –CH ₂ –NH–CH ₃
heksametylenodiamina	NH ₂ (CH ₂) ₆ NH ₂	NH ₂ –(CH ₂) ₆ –NH ₂
benzenoamina (anilina, fenyloamina)	C ₆ H ₅ NH ₂	
N–metylobenzenoamina (N–metylofenyloamina)	C ₆ H ₅ NHCH ₃	
difenyloamina		

Rzędowość amin

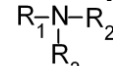
Rzędowość amin zależy od ilości atomów węgla, połączonych z atomem azotu w grupie aminowej:



amina pierwszorzędowa



amina drugorzędowa



amina trzeciorzędowa

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

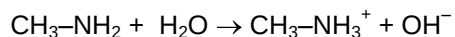
I i II rzędowe aminy z grupami alkilowymi mają charakterystyczny rybi zapach. Aminy z grupami metylowymi są dobrze rozpuszczalnymi w wodzie gazami, aminy z wyższymi grupami alifatycznymi są ciekłe lub stałe i ze wzrostem długości łańcuchów węglowych coraz gorzej rozpuszczają się w wodzie. Aminy aromatyczne są cieczami lub ciałami stałymi o ostrym, charakterystycznym zapachu.

Właściwości chemiczne

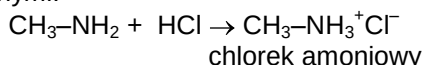
Własności chemiczne amin są zbliżone do amoniaku. Są to związki o silnych właściwościach zasadowych, łatwo reagują z kwasami nieorganicznymi i organicznymi oraz posiadają odczyn zasadowy w roztworach wodnych.

Najważniejsze reakcje:

► reakcja z wodą:



► reakcja z kwasami nieorganicznymi:



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.

3.2.11. Nitrozwiazki

Grupa funkcyjna



nitrowa

Wzór ogólny R--NO_2 , Ar--NO_2 ,

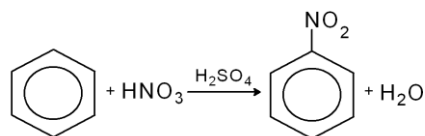
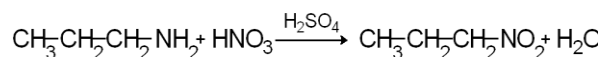
Nazewnictwo **nitro-**

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

Nitrozwiazki uzyskuje się w reakcji nitrowania w obecności środka odwadniającego (stęż. H_2SO_4):



Właściwości fizyczne

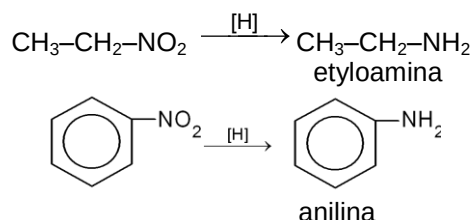
Nitrozwiazki są to ciecze albo ciała stałe nierozpuszczalne w wodzie, silnie toksyczne.

Właściwości chemiczne

Związki nitrowe redukują się do amin pierwszorzędowych.

Najważniejsze reakcje:

► redukcja się do amin:



Zastosowanie

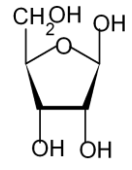
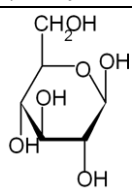
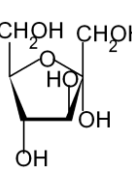
Alifatyczne związki nitrowe są dobrymi rozpuszczalnikami. Stosowane są jako paliwa rakietowe. Aromatyczne związki nitrowe służą jako półprodukty w przemyśle organicznym. Nitrozwiązki mają największe zastosowanie w produkcji materiałów wybuchowych, z których najbardziej znany jest trójnitrotoluen (TNT, TROTYL) oraz kwas pikrynowy.

3.2.12. Węglowodany

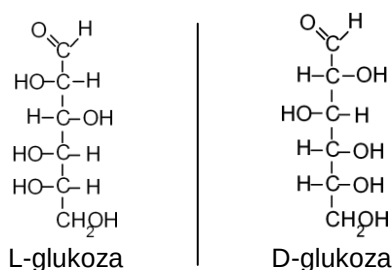
Węglowodany są to związki, w których stosunek ilości atomów wodoru do tlenu jest taki sam, jak w wodzie (1:2), związki te posiadają w swoich cząsteczkach grupy wodorotlenowe, aldehydowe i karbonylowe (ketonowe). Węglowodany na: cukry proste (monosacharydy), dwucukry (disacharydy), wielocukry (oligosacharydy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

Wzór ogólny $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$

Nazewnictwo –oza,

Nazwa	wzór ogólny	wzór grupowy	forma cykliczna
ryboza	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	 β-D-ryboza
glukoza	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	 β-D-glukopiranoza
fruktoza	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\begin{array}{c} \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	 α-D-fruktoza

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 B₁₂), 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.

- ▶ 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), wchodzi 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?