

Związki organiczne

W związkach organicznych podstawowym pierwiastkiem jest węgiel.

Roczna produkcja związków organicznych? Około kilkuset milionów ton?
(np. SPC ok. 3 mln ton, tworzywa sztuczne 300 mln. ton,)

Znaczna część całkowitej ich produkcji przechodzi do środowiska.

Czerwiec 2024 – ponad 219 milionów organicznych i nieorganicznych substancji

Czerwiec 2023 – ponad 204 miliony organicznych i nieorganicznych substancji

Czerwiec 2022 – ponad 193; Maj 2021 – ponad 182 mln. (Czerwiec 2020 – 161 mln.)

Zarejestrowanych w bazie CAS, na dzień 30.05.2017:

1 3 0,1 1 3,4 0 2
CAS SUBSTANCES
NO DATE

(09.06.2015: 98 951 937)
(25.10.2012: 69 125 327)



Chemical Abstracts Service – największa na świecie chemiczna baza danych, będąca własnością American Chemical Society. CAS to także nazwa instytucji zajmującej się tworzeniem tej bazy danych.

<https://www.cas.org/cas-data/cas-registry>

1

1

Substancje organiczne, wymieniane w aktach prawnych określających jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi

Akryloamid, Akrylonitryl, Benzen, Benzo(a)piren, Bromodichlorometan, Bromoform (tribromometan), Chlorobenzen, Chlorofenole (bez pentachlorofenolu), Chloroform (trichlorometan), Chlorooctowy kwas, Czterochlorek węgla (tetrachlorometan), Dibromochlorometan, Dichloroetan, Dichlorobenzen, Dichlorometan, Epichlorohydrina, Etylobenzen, Etylenu tlenek, Fenol, Ftalan dibutyli, Formaldehyd, Ksylene, PCB (polichlorowane bifenyle), Styren, Substancje powierzchniowo czynne (anionowe), Tetrachloroetan, Tetrachloroeten, Toluen, Trichlorobenzen, Trichloroeten, Trichloroetan, ΣTHM – trihalometany (Suma THM – chloroform, bromoform, bromodichlorometan, dibromochlorometan), CHZT (met. z KMnO_4), Suma wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych o właściwościach rakotwórczych: benzo(b) fluoranten; benzo(k) fluoranten; benzo(ghi) perylen; indeno(1,2,3 cd.) piren; Winyłu chlorek, Pestycydy - insektycydy, herbicydy, fungicydy, akarycydy, algicydy, nematocydy, rodentycydy, slinydy, pokrewne produkty (między innymi regulatory wzrostu i ich produkty metabolizmu, degradacji i reakcji. Oznaczać należy tylko te pestycydy, których występowanie jako zanieczyszczenia jest prawdopodobne. Wartość parametryczna odnosi się do każdego pestycydu indywidualnie, z wyjątkiem aldriny/dieldryny i epoksydu heptachloru, dla których wartość parametryczna wynosi $0,03 \mu\text{g}/\text{dm}^3$). Suma pestycydów (Suma wszystkich wartości parametrycznych oznaczonych pestycydów).

2

2

Źródła substancji organicznych środowisku

- Substancje i procesy naturalne
- Ścieki przemysłowe i miejskie
- Spływy powierzchniowe
- Opady atmosferyczne
- Związki organiczne powstające przy uzdatnianiu wody i oczyszczaniu ścieków
- Związki organiczne powstające w zbiornikach wodnych
- Emisje do powietrza (spaliny, zakłady syntezy organicznej)



3

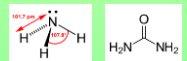
3

Związki organiczne

Związki chemiczne, w skład których wchodzi głównie węgiel. Mogą zawierać także wszystkie pozostałe pierwiastki, ale najczęściej zawierają również wodór, tlen, azot a także siarkę, fosfor oraz fluorowce.

Pierwotnie zaliczano do nich te związki, które występowały tylko w organizmach żywych, jednak wraz z rozwojem chemii organicznej okazało się, że można je otrzymać wychodząc z nieorganicznych substratów

Synteza Wöhlera (rok 1828) – konwersja amoniaku do mocznika



4

4

NAZWA KLASY	WZÓR OGÓLNY
Układy macierzyste:	
Węglowodory alifatyczne	R-H
Węglowodory aromatyczne	Ar-H
Związki heterocykliczne	Het-H
Pochodne:	
Bromki	R-Br
Jodki	R-J
Chlorki	R-Cl
Fluorki	R-F
Alkohole	R-OH
Fenole	Ar-OH
Etery	R ¹ -O-R ²
Aldehydy	R-CHO
Ketony	R ¹ -CO-R ²
Kwasy karboksylowe	R-COOH
Estry kwasów karboksylowych	R ¹ COOR ²

Halogeny:

Fluorowce - Fluor, Chlor, Brom, Jod (Astat, Ununseptium)

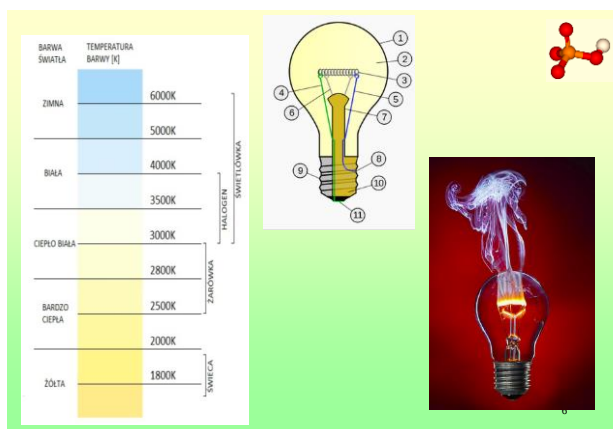
Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) niedawno potwierdziła nazwę Tennessee dla pierwiastka 117. Odkryto go w 2010 r., ale oficjalnie potwierdzono jego istnienie dopiero 5 lat później. Nowy pierwiastek chemiczny ma skrót Ts.

Tennessee swoją nazwę odziedziczył po amerykańskim stanie Tennessee, w którym znajduje się Oak Ridge National Laboratory (ORNL), gdzie dokonano jego odkrycia. Tennessee jest syntetycznym pierwiastkiem chemicznym, transuranowcem o liczbie atomowej 117. Do tej pory stosowano nazwę systematyczną pierwiastka - ununseptium.

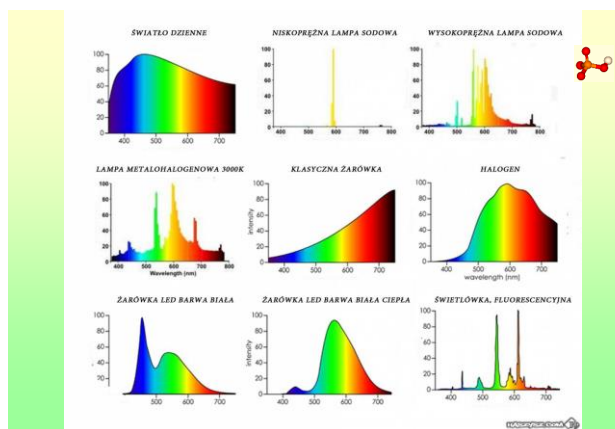


5

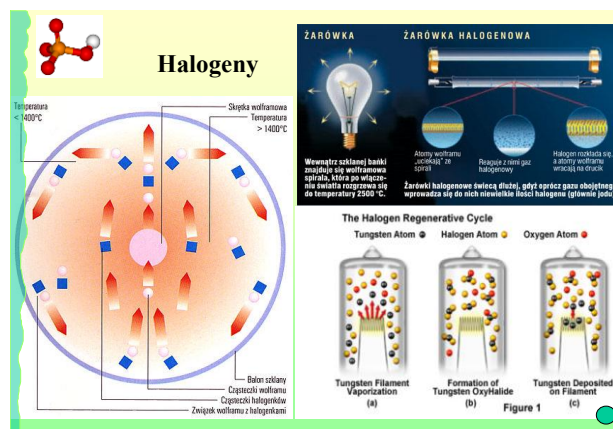
5



6



7



8

Chemical structures and names of halocarbons:

- CH3CH2CH(Br)CH3 2-bromobutan
- CH3CH2CH(Br)CH2CH3 3-bromo-1-chloropentan
- CH3CH(Br)CH(Br)CH3 2,3-dibromobutan
- CH3CH2CH(I)CH2CH3 1,2-dijodobutan
- Cl-C(H)(Cl)-Cl chloroform

Freony – chloro-fluoro-węglowodory

CFC – chlorofluorocarbon
HFC – hydrofluorocarbon
HCFC – hydrochlorofluorocarbon

9

Oznaczenia	Nazwa angielska	Nazwa polska
R-11	CFC-11	trichlorofluoromethane / trichlorofluorometan
R-12	CFC-12	dichlorodifluoromethane / dichlorodifluorometan
R-13	CFC-13	chlorotrifluoromethane / chlorotrifluorometan
R-22	HCFC-22	chlorodifluoromethane / chlorodifluorometan
R-23	HFC-23	trifluoromethane / trifluorometan
R-113	CFC-113	trichlorotrifluoroethane / trichlorotrifluoroetan
R-114	CFC-114	1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane / 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroetan
R-115	CFC-115	1-chloro-1,1,2,2,2-pentafluoroethane / 1-chloro-1,1,2,2,2-pentafluoroetan
R-116	CFC-116	hexafluoroethane / heksafluoroetan
R-134a	HFC-134a	1,1,1,2-tetrafluoroethane / 1,1,1,2-tetrafluoroetan
R-227ea	HFC-227ea	1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane / 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropan

Ze względów praktycznych freony oznaczają się kodem liczbowym. Pierwsza cyfra oznacza liczbę atomów węgla w cząsteczce, pomniejszoną o jeden, natomiast druga cyfra oznacza liczbę atomów wodoru powiększoną o jeden. Trzecia cyfra odpowiada liczbie atomów fluoru. Jeżeli freon zawiera jeden atom węgla, to pierwsza cyfra w oznaczeniu jest pomijana (1-1=0).

CCl₄ symbol: R10
CClF₃ symbol: R13
CHCl₂F symbol: R21

10

Wzory szkieletowe

heks-4-en-1-yn

7(1,1-difluoretylo)-4,4-dietylodekane

11

Wzory konstytucyjne

C₂H₆O: etanol lub eter dimetylowy;
C₂H₄O₂: kwas octowy, mrówczan metylu, 2-hydroksyetanal

Wzory strukturalne

kwas octowy mrówczan metylu 2-hydroksyetanal

Wzory strukturalne grupowe

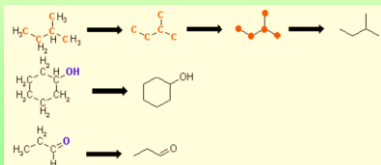
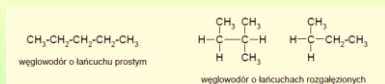
CH₃CH₂CH(CH₃)CH₃

12

Substancje organiczne – podział i nazewnictwo:

Węglowodory

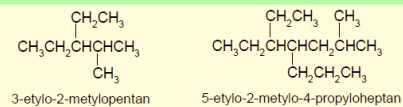
–alifatyczne węglowodory nasycone i nienasycone,



13

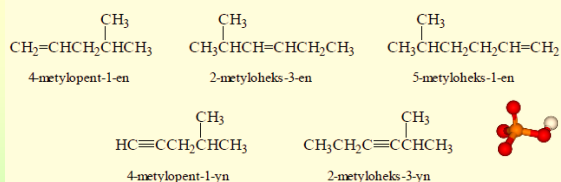
13

Liczba atomów C	Nazwa alkanu	Liczba atomów C	Nazwa alkanu
1	metan	11	undekan
2	etan	12	dodekan
3	propan	13	tridekan
4	butan	14	tetradekan
5	pentan	15	pentadekan
6	heksan	16	heksadekan
7	heptan	17	heptadekan
8	oktan	18	oktadekan
9	nonan	19	nonadekan
10	dekan	20	ejkozan



14

14

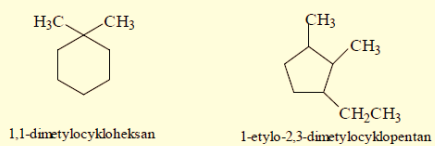
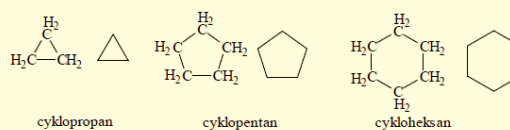


Liczba	Mnożnik	Liczba	Mnożnik
1	mono, hen (w złożeniach)	7	hepta
2	di, do (w złożeniach)	8	okta
3	tri	9	nona
4	tetra	10	deka
5	penta	11	undeka
6	heksa	20	ikoza

15

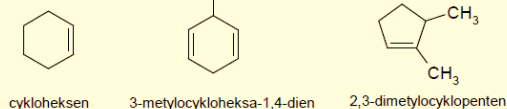
15

Węglowodory cykliczne



16

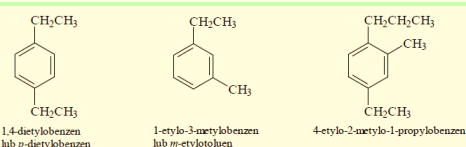
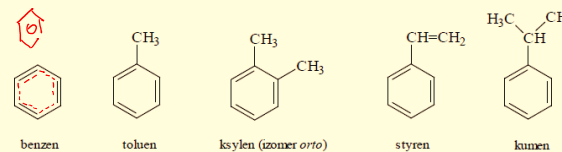
16



17

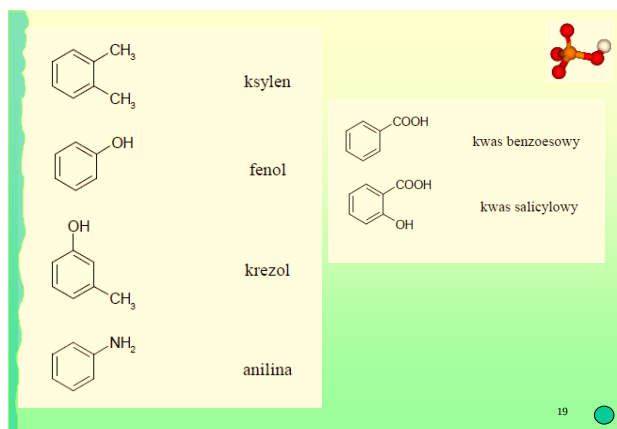
17

Węglowodory aromatyczne (Areny)

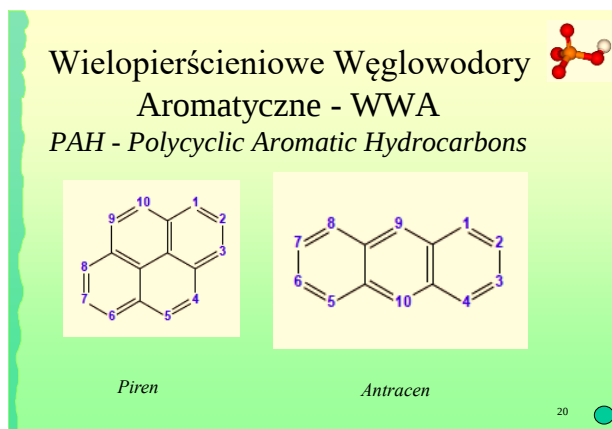


18

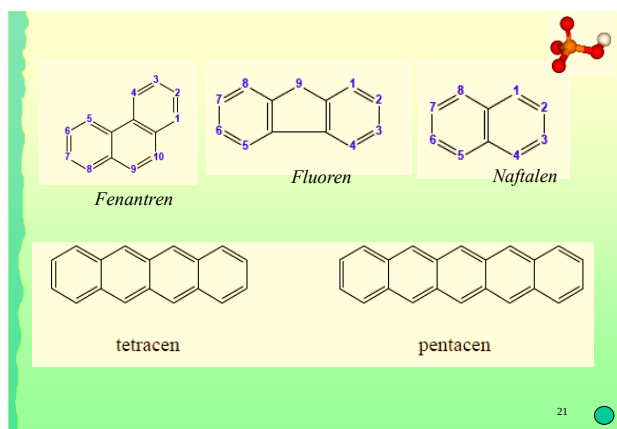
18



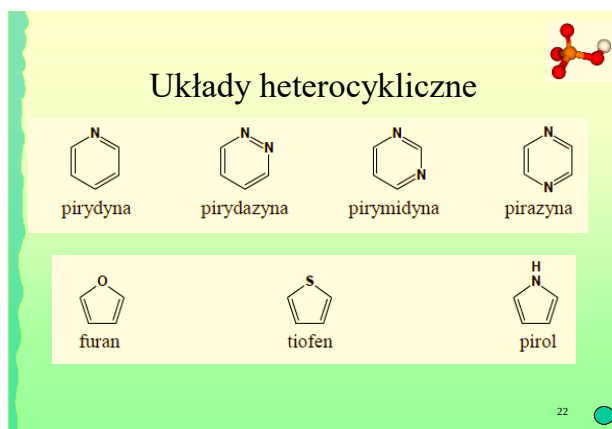
19



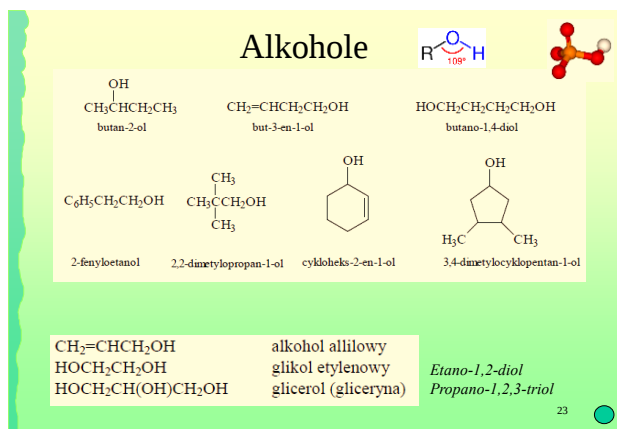
20



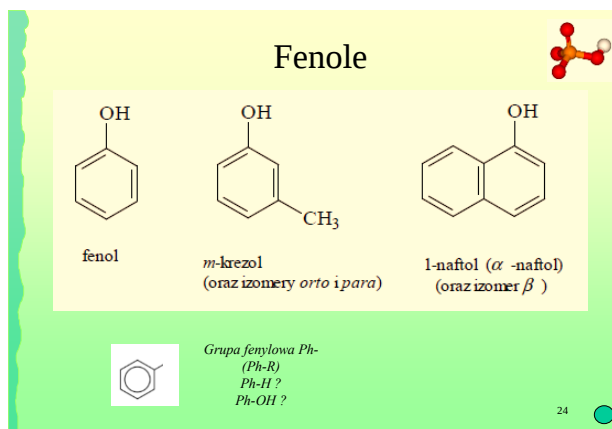
21



22

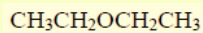


23

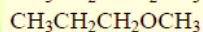


24

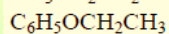
Etery



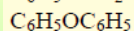
eter dietylowy



eter metylowo-propylowy



eter etylowo-fenylowy



eter difenylowy



furan



1,4-dioksan

Chlorowane dibenzooksyny i dibenzofurany

25

25

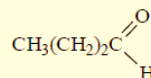
Aldehydy



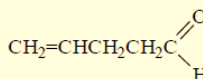
metanal



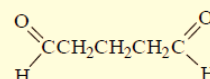
etanal



butanal



pent-4-enal



pentanodial

26

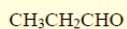
26



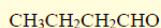
a) aldehyd mrówkowy
b) formaldehyd



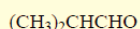
a) aldehyd octowy
b) acetaldehyd



a) aldehyd propionowy
b) propionoaldehyd



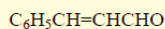
a) aldehyd masłowy
b) butyraldehyd



a) aldehyd izomasłowy
b) izobutyraldehyd



a) aldehyd benzoesowy
b) benzaldehyd

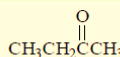


a) aldehyd cynamonowy

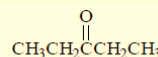
27

27

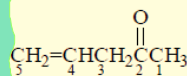
Ketony



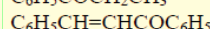
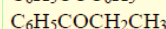
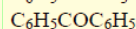
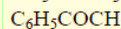
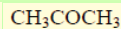
butan-2-on



pentan-3-on



pent-4-en-2-on



aceton

acetofenon

benzofenon

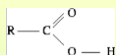
propiofenon

chalkon

28

28

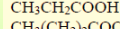
Kwasy karboksylowe



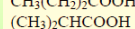
kwasy mrówkowy



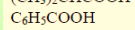
kwasy octowy



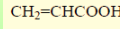
kwasy propionowy



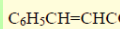
kwasy masłowy



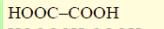
kwasy izomasłowy



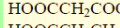
kwasy benzoesowy



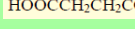
kwasy akrylowy



kwasy cynamonowy



kwasy szczawiowy



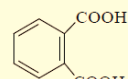
kwasy malonowy



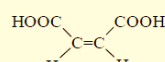
kwasy bursztynowy

29

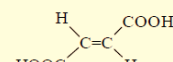
29



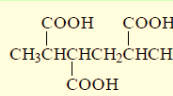
kwasy ftalowy



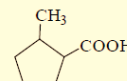
kwasy maleinowy



kwasy fumarowy



kwasy heksano-2,3,5-trikarboksylowy



kwasy 2-metylocyklopentanokarboksylowy

30

30

$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl}$
 $\text{R-OH} + \text{HOOC-R}' \rightarrow \text{R}'-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{R}$

Estry

$\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{OR}'$

HCOOC_2H_5	mrówczan etylu (metanian etylu)
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	octan metylu (etanian metylu)
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$	proponian etylu (propanian etylu)
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$	maślan izopropylu (butanian 1-metyloetylu)
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	walerianian propylu (pentanian propylu)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_6\text{H}_5$	benzoesan fenylu
$\text{CH}_2(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2$	malonian dietylu

Kwas malonowy (kwas propanodiowy), $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

31

Węglowodany

Monosacharydy cukry proste
Aldehydy lub ketony wielowodorotlenowe

Ksyloza

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HCOH} \\ | \\ \text{HOCH} \\ | \\ \text{HCOH} \\ | \\ \text{HCOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Glukoza

$$\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{HCOH} \\ | \\ \text{HOCH} \\ | \\ \text{HCOH} \\ | \\ \text{HCOH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$

Disacharydy - dwucukry

Sacharoza

Poliacharydy – wielocukry – skondensowane monosacharydy połączone przez atomy tlenu wiązaniami typu glikozydowego (skrobia, celuloza, hemiceluloza, glikogen)

32

31

32

Węglowodany występują w ściekach wielu przemysłów, np. drzewnego, papierniczego, celulozowego, tekstylnego i spożywczego, stanowiąc duże zagrożenie dla wód powierzchniowych.

W wodach łatwo i szybko rozkładają się biochemicznie zużywając znaczne ilości tlenu, co może doprowadzić do odtlenienia wody. Takie zjawisko deficytu tlenu obserwuje się w rzekach, do których doprowadzono nie oczyszczone ścieki np. z cukrowni, krochmalni, drożdżowni.

Węglowodany są również syntezowane przez organizmy żyjące w wodach.

33

33

Aminy

$\text{R}-\text{NH}_2$
 $\text{R}-\text{NHR}^1$
 $\text{R}-\text{NR}^1\text{R}^2$

Aminy pierwszorzędowe	$\text{R}-\text{NH}_2$
Aminy drugorzędowe	R^1NHR^2
Aminy trzeciorzędowe	$\text{R}^1\text{R}^2\text{R}^3\text{N}$
Amidy pierwszorzędowe kwasów karboksylowych	RCONH_2
Nitryle (cyjanki)	RCN
Związki nitrowe (nitrozwiązki)	RNO_2

34

34

Aminy

Anilina
(fenyloamina, aminobenzen)

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$
etyloamina

Aminy pierwszorzędowe	$\text{R}-\text{NH}_2$
Aminy drugorzędowe	R^1NHR^2
Aminy trzeciorzędowe	$\text{R}^1\text{R}^2\text{R}^3\text{N}$

anilina

m-toluidyna
(oraz izomerzy orto i para)

o-anizydyna
(oraz izomerzy meta i para)

35

35

Drugo- i trzeciorzędowe:

$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$
 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}$

dimetyloamina
dipropyloamina

$(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$
 $(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2)_2\text{NH}$

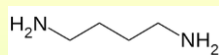
trietyloamina
dibenzylamina

N-etylo-N-metyloanilina

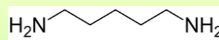
N,N-dimetylo-(1-metyloetylo)anilina

36

36



1,4-diaminobutan
Putrescyna
(łac. putres – zgniły)

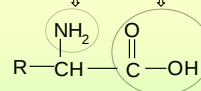


1,5-diaminopentan
Kadaweryna
(łac. cadaver – trup)



37

Aminokwasy



Są one podstawowym składnikiem białka.
Głównym źródłem aminokwasów w wodach są wydzieliny żywych organizmów, mogą też być odprowadzane do wód ze ściekami miejskimi i przemysłowymi.

38

Aminokwasy

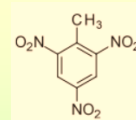


wzór	nazwa	kod	wzór	nazwa	kod
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{H})-\text{COOH}$	glycyna	Gly	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})-\text{COOH}$	cysteina	Cys
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$	alanina	Ala	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{COOH})-\text{COOH}$	prolina	Pro
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH})-\text{COOH}$	kwas glutaminowy	Glu	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	tyrozyna	Tyr
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$	lizyna	Lys	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	metionina	Met
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{S}-\text{CH}_3)-\text{COOH}$	metionina	Met	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$	fenylalanina	Phe

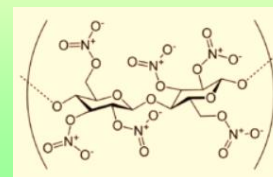
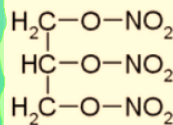
39

Azotany

TNT – trójnitrotoluen



Nitrogliceryna (triazotan glicerolu):



Nitroceluloza
(azotan celulozy):

40

Źródła:



Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, Katedra Chemii Organicznej



Nomenklatura systematyczna związków organicznych
Rekomendacje IUPAC 2004
wyciąg

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
Im. Tadeusza Kościuszki
WYDZIAŁ INŻYNIERII I TECHNOLOGII CHEMICZNEJ
INSTYTUT CHEMII I TECHNOLOGII ORGANICZNEJ
mgr inż. Maria Mikulska

NAZEWNICTWO WYBRANYCH KLAS ZWIĄZKÓW
ORGANICZNYCH

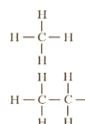
41

Pochodne ropy naftowej



Ropa składa się z mieszaniny węglowodorów zawierających do 90 atomów węgla w cząsteczce.

Alkany – proste parafiny ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$)



CH_4 – metan (gaz)



C_3H_8 – propan (gaz)



C_2H_6 – etan (gaz)

Nafteny – cykloparafiny C_nH_{2n}



C_3H_6 – cyklopropan (gaz)



C_5H_{10} – cyklopentan

42

37

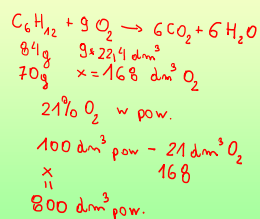
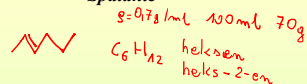
38

39

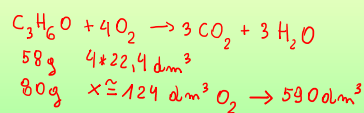
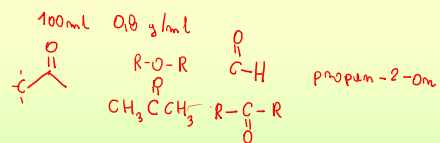
40

41

Spalanie



43



44

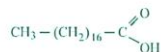
Związki zawierające siarkę



Związki aromatyczne



Związki zawierające tlen



Związki zawierające azot

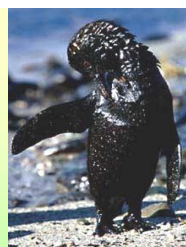


46

Działanie:

- zmiany organoleptyczne wody
- wpływ na smak mięsa ryb
- ograniczenie dopływu światła
- zakłócenia wymiany gazów
- działanie toksyczne
- zalepianie ptasich piór

47



48

Pestycydy

Naturalne lub syntetyczne substancje, które stosuje się do zwalczania różnego rodzaju szkodników, przede wszystkim w rolnictwie, higienie weterynaryjnej, a także w gospodarstwie domowym, higienie człowieka i ochronie zdrowia.

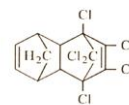
- **herbicydy** - chwasty
- **fungicydy** - grzyby
- **insektycydy** - owady
- **rodentycydy** - gryzonie
- **algicydy** - glony
- **bakteriocydy** - bakterie
- **nematocydy** - nicienie
- **akarycydy** - roztocza
- **slimicydy** - bakterie śluzowate

49

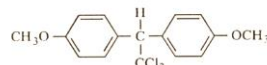
49



Aldryna (zawiera 95% HHDN), przy czym HHDN = 1,2,3,4,10,10 heksachloro-1,4,4a,5,8,8a heksahydroegzo-1,4-endo 5,8 dimetylnaftalen ($C_{12}H_8Cl_6$).



Metoksychlor (DMDT), 1,1,1-trichloro-2,2-bis(p-metoksyfenylo)-etan ($C_{16}H_{15}O_2Cl_3$).



50

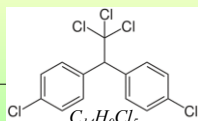
50

Wśród pestycydów organicznych można wydzielić następujące najważniejsze ich grupy:

Związki chloroorganiczne, związki fosforoorganiczne, karbaminy, pochodne kwasu fenoksyoctowego, pestycydy mocznikowe itp.

Działanie:

- odporność na biodegradację (DDT – DichloroDifenyloTrichloroetan) rozkład w glebie 2-15 lat
- Biokumulacja (biokoncentracja)
- Toksyczność związku i jego metabolitów



Grupa fenylowa Ph-
(Ph-R)
Ph-H ?
Ph-OH ?

51

51

Owadobójcze właściwości DDT zostały odkryte w 1939 przez szwajcara Paula Müllera, który w 1948 otrzymał Nagrodę Nobla.

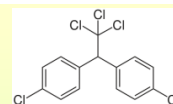
DDT skuteczny w walce z malarią. Dzięki DDT udało się wytepić malarię z Europy i Ameryki Płn., oraz znacznie zredukować jej występowanie w Afryce i Ameryce Płd.

W 2001 ratyfikowano konwencję sztokholmską, podpisaną przez 98 państw, zobowiązujących się do nieużywania bądź znacznego ograniczenia produkcji pestycydów nie ulegających degradacji

Konwencja została ratyfikowana przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej w dniu 30 września 2008 roku i weszła w życie w stosunku do Rzeczypospolitej Polskiej w dniu 21 stycznia 2009 roku

Początkowo w trzech załącznikach do konwencji znajdowało się 12 substancji (TZO) określanych jako „dirty dozen” - „parszywa dwunastka” (obecnie 34 substancje – PCDD/F jako jedna grupa substancji)

Grupa A – eliminacja; B – ograniczenie; C – niezamierzone (eliminacja lub ograniczenie)



Azotox, Ditox, Tritox, Anofex, Cesarex, Chlorophenothane, Dedelo, Dinocide, Didimac, Digrar, ENT 1506, Genitox, Guesapon, Guesarol, Gexarex, Gyron, Hildit, Ixdex, Kopsol, Neocid, OMS 16, Micro DDT 75, Pentachlorin, Rukseam, R50, Zerdane

52

52

Substancje powierzchniowo czynne

Stosowane są jako środki piorące, emulgujące, pieniące, zwilżające, flotujące itp. Mają one właściwości gromadzenia się przy powierzchni cieczy i zmniejszają jej napięcie powierzchniowe.

SPC mogą zawierać:

- Sole sodowe lub potasowe wyższych kwasów tłuszczowych
- Tripoliifosforan sodowy, pirofosforan sodowy
- Alkilobenzenosulfonian sodu (dodecylbenzenosulfonian sodu)
- Czwartorzędowe jony amonowe
- Polipeptydy
- Alkilofenole
- Itp.

53

53



Typ	Związek	Wzór
Sulfonowa węglowodory aromatyczne	ABS	$C_{12}H_{25}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3^-\text{Na}^+$
Sulfonowe węglowodory alifatyczne	II rzędowy alkanosulfonian sodowy	$C_{13}H_{31}\text{SO}_3^-\text{Na}^+$
Sulfonowana α-olefina	α-olefinosulfonian sodowy	$C_{16}H_{33}\text{SO}_3^-\text{Na}^+$
Sulfonowane alkohole wielowodorotlenkowe	laurylosiarczan sodowy	$C_{12}H_{25}\text{OSO}_3^-\text{Na}^+$
Sulfonowane kwasy tłuszczowe	Sulfonowany olej palmowy	$C_{16}H_{33}\text{CH}_2-\text{COOCH}_3$ SO_3^-Na^+
Sulfonowany ester malcinowy	bursztynian laurylo-sulfonowy	$\text{ROOC}-\text{CH}=\text{CH}_2-\text{COOR}$ SO_3^-Na^+

54

54



Działanie:

- Powodują wytwarzanie piany
- Zmniejszają dyfuzję tlenu atmosferycznego
- Emulgują zanieczyszczenia olejowe
- Wzrost eutrofizacji (fosfor)
- Toksyczne w stosunku do organizmów wodnych
- Odporność na biodegradację (twarde i miękkie SPC)

55

55

Rozjaśniacze fluorescencyjne

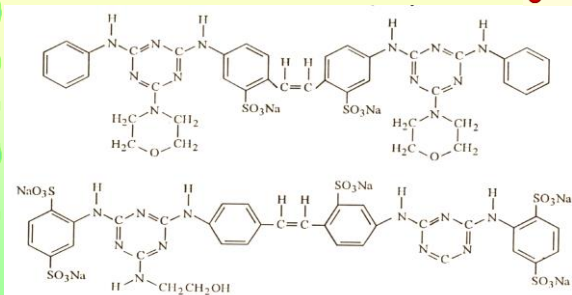


Są stosowane do „poprawiania” barwy tekstyliów, papieru, tworzyw sztucznych i innych materiałów. Dodaje się je do środków piorących. Ich rozjaśniający efekt polega na pochłanianiu promieniowania w nadfiolecie i emisji światła niebieskobiałego.

Istnieje ok. 200 różnych związków aromatycznych i heterocyklicznych działających jako RF – w praktyce stosowanych jest kilkanaście (produkty sprzęgania kwasu sulfo-aminostilbenowego i pochodnych chlorku cyjanuru)

56

56



57

57

Działanie:

- Nie wykazują dużej toksyczności
- Mają różne stopnie podatności na biodegradację



58

58

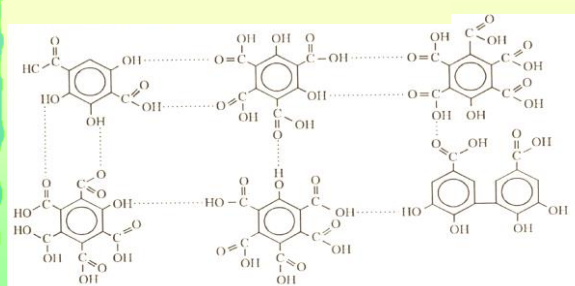
Substancje humusowe



Przemiany związków organicznych zawartych w szczątkach roślinnych i zwierzęcych prowadzą do powstania związków wielkocząsteczkowych o charakterze kwasów organicznych. Proces taki nazywa się humifikacją, a powstałe substancje w różnym stopniu rozkładu – humusem. Występują w dużych ilościach w osadach dennych.

59

59



60

60

Działanie:

- Zwiększają rozpuszczalność związków organicznych
- Ich sole sodowe działają jak SPC
- Bardzo trudno ulegają rozkładowi
- Są prekursorami trihalometanów
- Powodują zabarwienie wody
- Nadają wodzie niepożądany smak
- Tworzą kompleksy z metalami
- Adsorbują związki organiczne

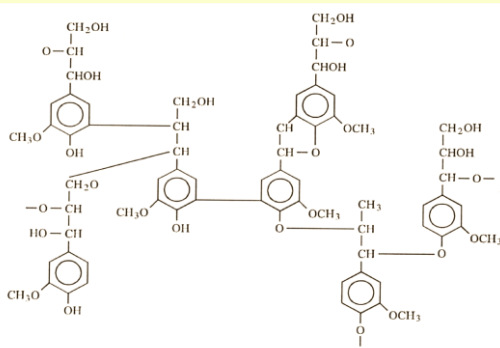
61

Lignino-sulfoniany i taniny

Ligniny są istotnym składnikiem tkanki roślin (w drewnie 20-30%). Produkcja celulozy polega na oddzieleniu celulozy od lignin. Sulfo-ligniny stanowią główny składnik ścieków z przemysłu celulozowo-papierniczego.

Taniny są produktem rozkładu roślin. Występują także w ściekach z przemysłu obróbki drewna i garbarskiego.

62



63

Halogenowane węglowodory alifatyczne

Są produktami reakcji halogenów (Cl, Br) z węglowodorami. Halogenowane węglowodory i ich pochodne są stosowane w przemyśle i ze ściekami mogą być odprowadzane do wód powierzchniowych, mogą powstawać także podczas chlorowania wody i ścieków. Największe znaczenie mają trichalometany - THM (CHCl_3 , CHCl_2Br , CHClBr_2 , CHBr_3).

Poza trichalometanami w wodach mogą występować inne węglowodory halogenowane (rozpuszczalniki, półprodukty wielu reakcji chemicznych).

64

Związek	Wzór chemiczny	Masa cząsteczkowa	Chloru % wag.	Bromu % wag.	Temperatura wrzenia °C	Rozpuszczalność w wodzie w 20°C mg/dm ³
Chlorek metylu	CH_3Cl	50	70	—	-24	7 250
Chlorek metylenu	CH_2Cl_2	85	84	—	40	13 200
Chloroform	CHCl_3	119	88	—	62	8 200
Tetrachlorek węgla	CCl_4	154	92	—	77	785
Bromek metylu	CH_3Br	95	—	84	5	1 420
Chlorek winylu	CH_2CHCl	63	56	—	-14	60
Chlorek winylidenu	CH_2CCl_2	97	73	—	32	400
Dichloroetylen	CHCl-CHCl	97	73	—	60	—
Trichloroetylen	CHClCCl_2	131	81	—	87	1 100
Tetrachloroetylen	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$	166	86	—	121	150

65

Działanie:

- Trudno rozkładalne
- Silnie toksyczne
- Rakotwórcze
- Lotne

66

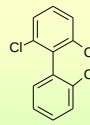
Chlorowane związki aromatyczne



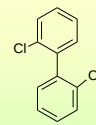
Spśród bardzo dużej liczby chlorowanych związków organicznych najdokładniej zostały zbadane polichlorowane bi- i terfenyle.

Polichlorowane bifenyle (PCB) są stosowane przy produkcji transformatorów, tworzyw sztucznych, plastifikatorów, kalki maszynowej, smarów itp. Szacuje się, że na świecie wyprodukowano ok. 1 mln ton PCB, z czego 40% odprowadzono do środowiska.

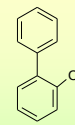
67



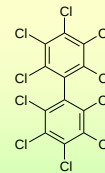
3 orto



2 orto



1 orto



Działanie:

- Szkodliwe dla środowiska wodnego
- Duża trwałość
- Zdolność do kumulowania w łańcuchu pokarmowym
- Wykazują znaczną toksyczność chroniczną

68

Dioksyny



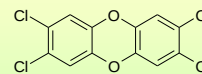
Nazwa dioksyny obejmuje 75 różnych polichlorowanych di-benzo-o-dioksyn (PCDD).

Dioksyny dostają się do wód powierzchniowych ze ściekami z przemysłu: przerobu drewna, środków ochrony roślin, celulozowego, garbarskiego, chemicznego.

PCDD mogą przechodzić do środowiska przy spalaniu węgla, odpadów i chlorowanych pestycydów.

69

Najbardziej toksyczną dioksyną jest
2,3,7,8-TCDD



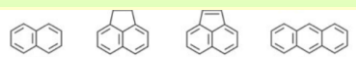
Działanie:

- Silnie toksyczne dla ssaków
- Wykazują toksyczność ostrą i chroniczną
- Działanie rakotwórcze (wojna wietnamska – pomarańczowa substancja)
- Wysoki (10 000) współczynnik biokumulacji

70

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

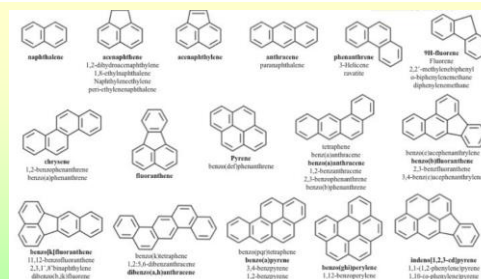
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA, PAH polynuclear aromatic hydrocarbons) są to związki zawierające w cząsteczce kilka pierścieni aromatycznych.



Powstają one podczas przeróbki paliw, głównie węgla i ropy naftowej.

Istotnym źródłem WWA jest spływ powierzchniowy z dróg, gdzie substancje te pochodzą ze ścierania się nawierzchni asfaltowej, opon samochodowych, a także emisji spalin.

71



Congener	TEF	Congener	TEF
Benzo[a]pyrene	1	Anthracene	0.01
Dibenz[a,h]anthracene	1	Naphthalene	0.001
Benzo[a]anthracene	0.1	Acenaphthylene	0.001
Benzo[b]fluoranthene	0.1	Acenaphthene	0.001
Benzo[k]fluoranthene	0.1	Fluorene	0.001
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	0.1	Phenanthrene	0.001
Chrysene	0.01	Fluoranthene	0.001
Benzo[g,h,i]perylene	0.01	Pyrene	0.001

72

Działanie:

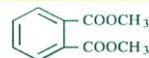
- Są szkodliwe dla organizmów żywych
- Mają działanie rakotwórcze



73

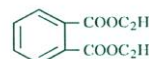
Ftalany

Ftalany są stosowane głównie jako plastyfikatory przy produkcji tworzyw sztucznych.



DMP (ftalan dimetylu)

temp. topnienia 0 - 2°C
temp. wrzenia 232°C
rozpuszczalność w wodzie
0,4 g/100 g w 25°C



DEP (ftalan dietylu)

temp. topnienia - 40,5°C
temp. wrzenia 290°C
rozpuszczalność w wodzie
0,15 g/100 g w 18°C



DBP (ftalan dibutyli)

temp. topnienia - 35°C
temp. wrzenia 340°C
rozpuszczalność w wodzie
0,04 g/100 g w 25°C

74

Działanie:

- Powolny rozkład w środowisku wodnym
- Biokumulują się (współczynnik biokumulacji 100 - 3500)



75

Fenole



Fenol



2-krezol



3-krezol



butylofenol



pirokatechina



rezorcyna



hydrochinon

76

76

Fenole należą do bardzo ważnych i często stosowanych substancji w przemyśle chemicznym. Do wód powierzchniowych odprowadzane są najczęściej fenol i krezole.

Działanie:

- Substancje toksyczne
- Bakteriobójcze
- Nadają wodzie i mięsu ryb nieprzyjemny zapach i smak
- Łatwo przechodzą w chlorofenole o 100-1000 razy intensywniejszym niż fenol zapachu

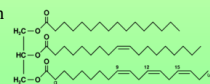
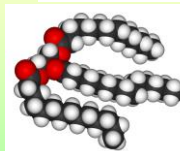
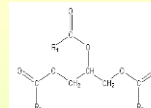


77

Tłuszcze

Tłuszcze są to mieszaniny estrów trójwodorotlenowych alkoholu (gliceryny) i kwasów organicznych. Tłuszcze zwierzęce są glicerydami wyższych nasyconych kwasów, głównie o cząsteczkach zawierających 16 i 18 atomów węgla. Oleje roślinne są glicerydami kwasów nienasyconych.

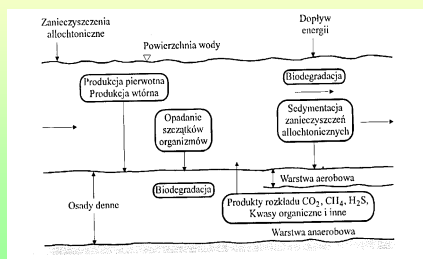
Tłuszcze i oleje są szkodliwe dla środowiska wodnego, ponieważ tworzą warstwę na powierzchni wody. Mogą być także absorbowane przez organizmy wodne i odkładać się w osadach dennych.



78

78

Rozkład związków organicznych w rzece



79

79

Wskaźniki zanieczyszczeń organicznych

- AOX** - adsorbujące się organiczne halogeny
- BZT** - biochemiczne zapotrzebowanie tlenu
- ChZT** - chemiczne zapotrzebowanie tlenu
- ClZO** - chlorowane związki organiczne
- EWA** - ekstrakt węglowo-alkoholowy
- EWCh** - ekstrakt węglowo-chloroformowy
- LCIzo** - lotne chlorowane związki organiczne
- LZO** - lotne związki organiczne
- OWO** - ogólny węgiel organiczny

80

80

PCB - polichlorowane bifenyle

SPC - substancje powierzchniowo czynne (Anionowe, Kationowe lub Niejonowe)

THM - trihalometany

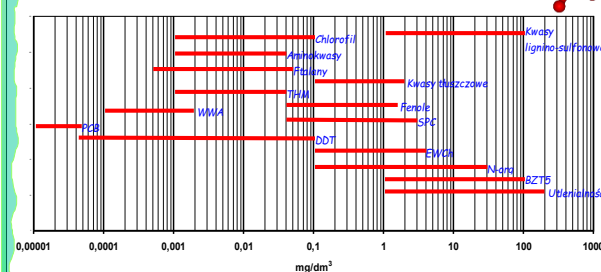
WWA - wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne

Absorbancja w ultrafiolecie ($\lambda=240, 254, 365 \text{ nm}$)

81

81

Orientacyjne zakresy przeciętnych stężeń niektórych substancji organicznych w wodach powierzchniowych



Wg. Jan. R. Dąbłowski. Chemia wód powierzchniowych

82

82

Metody oznaczania zanieczyszczeń organicznych

Pozostałość po prażeniu

Próbkę wody odparowuje się do sucha i następnie wypraża w temperaturze 550 °C. Związki organiczne spalają się, co powoduje ubytek masy. W czasie prażenia podlegają rozkładowi lub utleniają się także niektóre związki nieorganiczne w związku z czym jest to tylko przybliżona metoda oznaczania sumarycznej ilości związków organicznych.

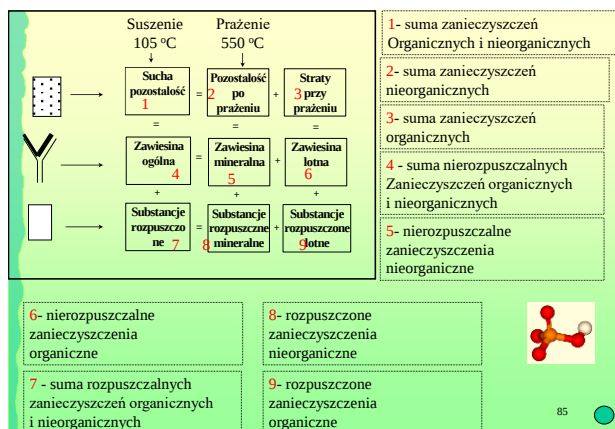
83

83

$$\begin{array}{lcl}
 \boxed{\text{Sucha pozostałość}} & = & \boxed{\text{Pozostałość po prażeniu}} + \boxed{\text{Straty przy prażeniu}} \\
 & = & \\
 \boxed{\text{Zawiesina ogólna}} & = & \boxed{\text{Zawiesina mineralna}} + \boxed{\text{Zawiesina lotna}} \\
 & + & \\
 \boxed{\text{Substancje rozpuszczone}} & = & \boxed{\text{Substancje rozpuszczone mineralne}} + \boxed{\text{Substancje rozpuszczone lotne}}
 \end{array}$$

84

84



85

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu – BZT (BOD – Biological Oxygen Demand)

Związki organiczne w warunkach tlenowych w obecności substancji pokarmowych i przy udziale mikroorganizmów rozkładają się biochemicznie. Ostatecznym produktem rozkładu są związki nieorganiczne. Miarą zawartości związków organicznych jest zużycie tlenu. Zwykle mierzy się BZT₅, tj. zużycie tlenu przez okres 5 dób w temperaturze 20 °C. Metoda pozwala określić zawartość związków łatwo rozkładalnych. Pomiar BZT₅ jest przybliżoną metodą oznaczania związków organicznych.

86

BZT₅ dla czystych wód wynosi zwykle kilka mgO₂/dm³, dla wód zanieczyszczonych – kilkadziesiąt mgO₂/dm³, a dla ścieków przyjmuje wartości rzędu kilkuset mgO₂/dm³ i więcej.

87

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – ChZT (Chemical Oxygen Demand - COD)

Związki organiczne utlenia się w standardowych warunkach za pomocą silnych utleniaczy np. nadmanganianu (utlenialność – ChZT_{Mn}) lub dwuchromianu potasu (ChZT_{Cr}). Wyniki podaje się w ilości zużytego tlenu. Jest to również oznaczenie przybliżone, ponieważ nie obejmuje wszystkich związków organicznych, a tylko te, które utleniają się w danych warunkach. ChZT wykazuje na ogół wyższe wartości niż BZT₅.

88

	Wody czyste	Wody zanieczyszczone	Ścieki
ChZT _{Mn} mgO ₂ /dm ³	kilka - kilkanaście	kilkadziesiąt	kilkaset
ChZT _{Cr} mgO ₂ /dm ³	kilka - kilkadziesiąt	do ~300	kilkaset – kilka tysięcy

89

Ogólny Węgiel Organiczny –WO (Total Organic Carbon - TOC)

Substancje organiczne utlenia się w temperaturze ok. 950 °C i w obecności katalizatora do dwutlenku węgla. Wydzielony CO₂ oznacza się spektrofotometrycznie w podczerwieni. Metoda pozwala na oznaczenie całkowitej zawartości węgla organicznego, a więc pośrednio na pełne oznaczenie zawartości związków organicznych. Wyniki podaje się w mgC/dm³.

90



W wodach powierzchniowych zawartość OWO (ogólnego węgla organicznego - TOC) może wahać się od 0,05 – ok.100 mgC/dm³.

91

91

Pomiar absorpcji w ultrafiolecie



Po usunięciu zawiesin mierzy się absorbancję próbki wody przy długości fali 254 nm. Wyniki przedstawia się jako wartość absorbancji z zaznaczeniem długości fali. Jest to metoda niespecyficzna, określająca część związków organicznych. Nadaje się do kontroli jakości wody pobieranej w określonym, stałym punkcie.

92

92

Pomiar indywidualnych związków organicznych



Istotne znaczenie w wodach powierzchniowych ma kilkaset związków organicznych, które występują w stężeniach wykrywalnych i znaczących z punktu widzenia ekologicznego i sanitarnego. Najczęściej stosowane do oznaczania indywidualnych związków organicznych są: chromatografia gazowa (GC), wysokosprawną chromatografię cieczową (HPLC), spektrometria masowa (MS) i metody spektrofotometryczne.

93

93