

## 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.

Zarejestrowanych w bazie CAS, na dzień 30.05.2017:

1 3 0, 1 1 3, 4 0 2 ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES TO DATE

(09.06.2015: 98 951 937)

(25.10.2012: 69 125 327)

Czerwiec 2018 – ponad 142 mln. organicznych i nieorganicznych substancji.

Chemical Abstracts Service – największa na świecie chemiczna naukowa baza danych, będąca własnością American Chemical Society. CAS to także nazwa instytucji zajmującej się tworzeniem tej bazy danych. <http://www.cas.org/>

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, Epichlorohydryna, Etylobenzen, Etylenu tenek, Fenol, Ftalan dibutyli, Formaldehyd, Ksylene, PCB (polichlorowane bifenyly), Styren, Substancje powierzchniowo czynne (anionowe), Tetrachloroetan, Tetrachloroeten, Toleń, Trichlorobenzen, Trichloroetan, 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, slimycydy, 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 aldrinu/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

## 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

## 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

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 <sup>1</sup> -O-R <sup>2</sup>
Aldehydy	R-CHO
Ketony	R <sup>1</sup> -CO-R <sup>2</sup>
Kwasy karboksylowe	R-COOH
Estry kwasów karboksylowych	R <sup>1</sup> COOR <sup>2</sup>

Halogeny:

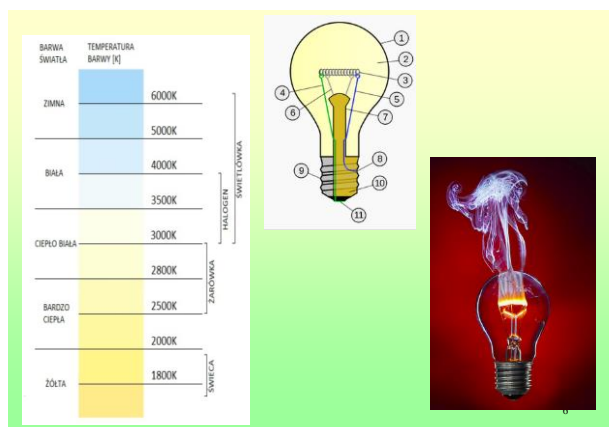


**Fluorowce - Fluor, Chlor, Brom, Jod (Astat, Ununseptium)**

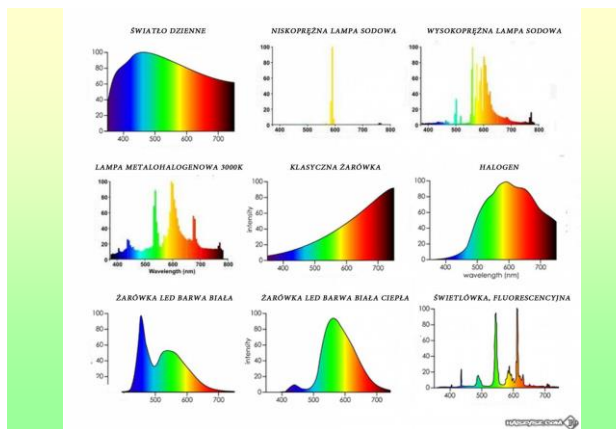
Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) niedawno potwierdziła nazwę Tennessee dla pierwiastka 117. Odkryto go w 2010 r., ale oficjalnie potwierdzono jego istnienie dopiero 5 lat później. Nowy pierwiastek chemiczny ma skrót Ts.

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



6



### Halogeny

Temperatura < 1400°C, Temperatura > 1400°C, Świełka wolframowa, Błona szklana, Ciężarki wolframowe, Zestępek wolframowy-halogenowy

**ZARÓWKA**    **ZARÓWKA HALOGENOWA**

Wewnątrz szklanej bańki znajduje się wolframowa spiralna, która po włączeniu światła rozgrzewa się do temperatury 2500 °C. Halogeny tworzą się a atomy wolframu wracają na miejsce. Reakcja z innymi gazami halogenowymi. Żarówki halogenowe świecą dłużej, gdyż opóźnia czas obrotowego powrotu się do nich niewielkie ilości halogenów (głównie jodu).

**The Halogen Regenerative Cycle**

Tungsten Atom ● Halogen Atom ● Oxygen Atom ●

Tungsten Filament Vaporization (a)    Formation of Tungsten Oxide (b)    Tungsten Deposited on Filament (c)

Figure 1

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$      $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 2-bromobutan    3-bromo-1-chloropentan

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$      $\text{CH}_3\text{C}(\text{I})\text{C}(\text{I})\text{CH}_2\text{CH}_3$   
 2,3-dibromobutan    1,2-dijodobutan

$\text{Cl}-\text{C}(\text{H})(\text{Cl})-\text{H}$   
 chloroform

**Freony – chloro-fluoro-węglowodory**

CFC – chlorofluorocarbon  
 HFC – hydrofluorocarbon  
 HCFC – hydrochlorofluorocarbon

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, pomniejszona 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).

CCl<sub>4</sub> symbol: R10  
 CClF<sub>3</sub> symbol: R13  
 CHCl<sub>2</sub>F symbol: R21

(liczba po R+90 = CHF)

Aminy pierwszorzędowe	R-NH <sub>2</sub>
Aminy drugorzędowe	R <sup>1</sup> NHR <sup>2</sup>
Aminy trzeciorzędowe	R <sup>1</sup> R <sup>2</sup> R <sup>3</sup> N
Amidy pierwszorzędowe kwasów karboksylowych	RCONH <sub>2</sub>
Nitryle (cyjanki)	RCN
Związki nitrowe (nitrozwiązki)	RNO <sub>2</sub>

### Substancje organiczne – podział i nazewnictwo:

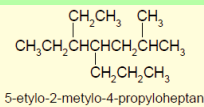
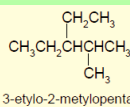
• Węglowodory

– alifatyczne węglowodory nasycone i nienasycone.

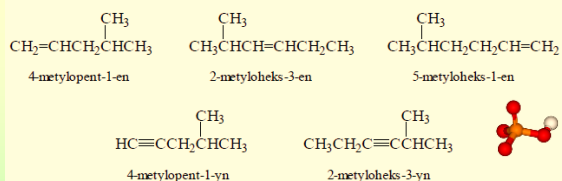
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$      $\text{H}-\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{H}$      $\text{H}-\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 węglowodór o łańcuchu prostym    węglowodór o łańcuchach rozgałęzionych

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{H}$      $\text{H}_2\text{C}-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{OH}$      $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{H}$   
 węglowodór nasycony    węglowodór nasycony z grupą funkcyjną    węglowodór nienasycony

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



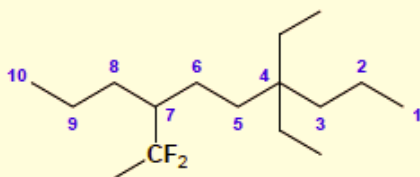
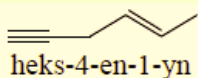
13



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

14

## Wzory szkieletowe



7(1,1-difluoroetylo)-4,4-dietylodekan

15

## Wzory konstytucyjne

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O: etanol lub eter dimetylowy;C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>: kwas octowy, mrówczan metylu, 2-hydroksyetanal

## Wzory strukturalne



kwas octowy

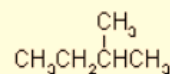


mrówczan metylu



2-hydroksyetanal

## Wzory strukturalne grupowe



16

## Węglowodory cykliczne



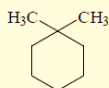
cyklopropan



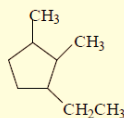
cyklopentan



cykloheksan



1,1-dimetylocykloheksan



1-etylo-2,3-dimetylocyklopentan

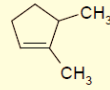
17



cykloheksen



3-metylocykloheksa-1,4-dien



2,3-dimetylocyklopenten

18

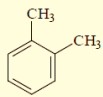
## Węglowodory aromatyczne (Areny)



benzen



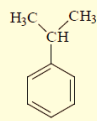
toluen



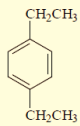
ksylen (izomer *ortho*)



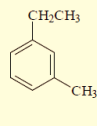
styren



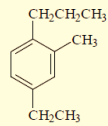
kumen



1,4-dietylobenzen  
lub *p*-dietylobenzen



1-etylo-3-metylobenzen  
lub *m*-etylotoluen



4-etylo-2-metylo-1-propylobenzen

20



ksylen



fenol



krezol



anilina



kwas benzoesowy

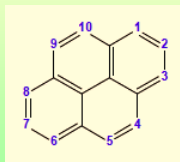


kwas salicylowy

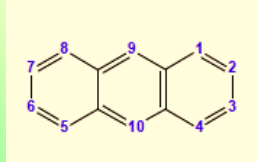
20

## Wielopierścieniowe Węglowodory Aromatyczne - WWA

PAH - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

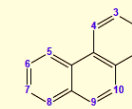


Piren

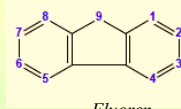


Antracen

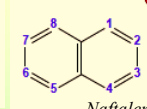
21



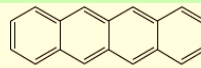
Fenantren



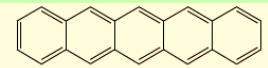
Fluoren



Naftalen



tetracen



pentacen

22

## Układy heterocykliczne



pirydyna



pirydazyna



pirymidyna



piryazyna



furan



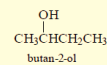
tiofen



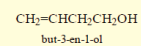
pirol

23

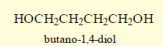
## Alkohole



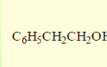
butan-2-ol



but-3-en-1-ol



butano-1,4-diol



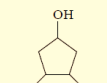
2-fenyletanol



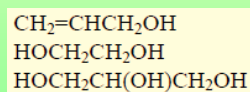
2,2-dimetylopropan-1-ol



cykloheks-2-en-1-ol



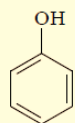
3,4-dimetylocyklopentan-1-ol



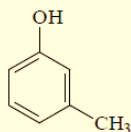
alkohol allilowy  
 glikol etylenowy  
 glicerol (gliceryna)

24

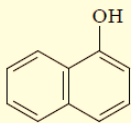
## Fenole



fenol



*m*-krezol  
(oraz izomery *orto* i *para*)



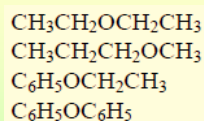
1-naftol ( $\alpha$ -naftol)  
(oraz izomer  $\beta$ )



Grupa fenyłowa – Ph (Ph-R)

25

## Etery



eter dietylowy  
eter metylo-wo-propylowy  
eter etylo-wo-fenyłowy  
eter difenyłowy



furan



1,4-dioksan

Chlorowane dibenzooksyny i dibenzofurany

26

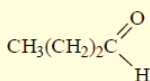
## Aldehydy



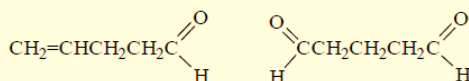
metanal



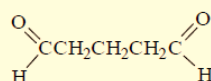
etanal



butanal



pent-4-enal



pentanodial

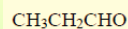
27



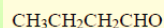
a) aldehyd mrówkowy  
b) formaldehyd



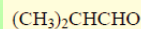
a) aldehyd octowy  
b) acetaldehyd



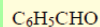
a) aldehyd propionowy  
b) propionoaldehyd



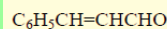
a) aldehyd masłowy  
b) butyraldehyd



a) aldehyd izomasłowy  
b) izobutyraldehyd



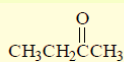
a) aldehyd benzoesowy  
b) benzaldehyd



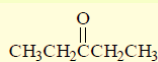
a) aldehyd cynamonowy

28

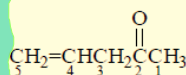
## Ketony



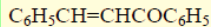
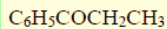
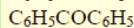
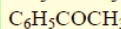
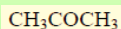
butan-2-on



pentan-3-on



pent-4-en-2-on



aceton

acetofenon

benzofenon

propiofenon

chalkon

29

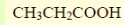
## Kwasy karboksylowe



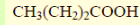
kwasy mrówkowy



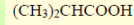
kwasy octowy



kwasy propionowy



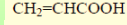
kwasy masłowy



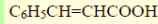
kwasy izomasłowy



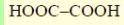
kwasy benzoesowy



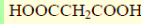
kwasy akrylowy



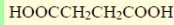
kwasy cynamonowy



kwasy szczawiowy

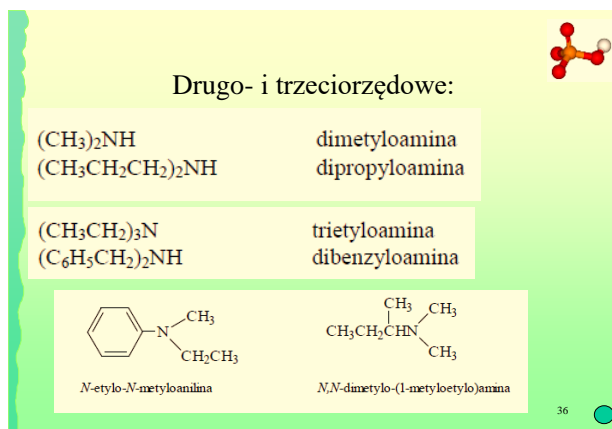
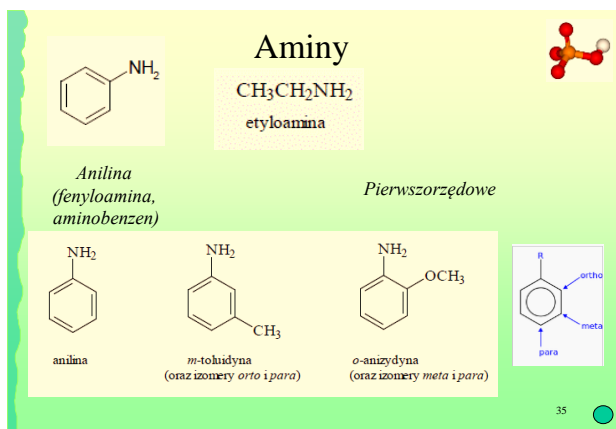
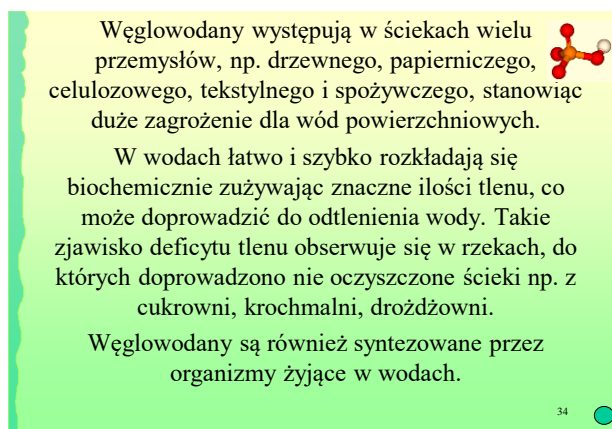
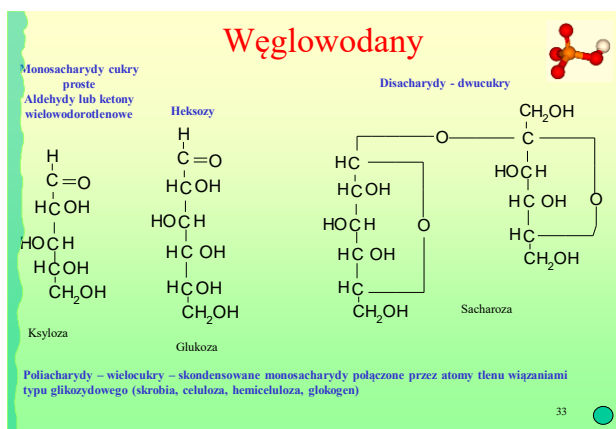
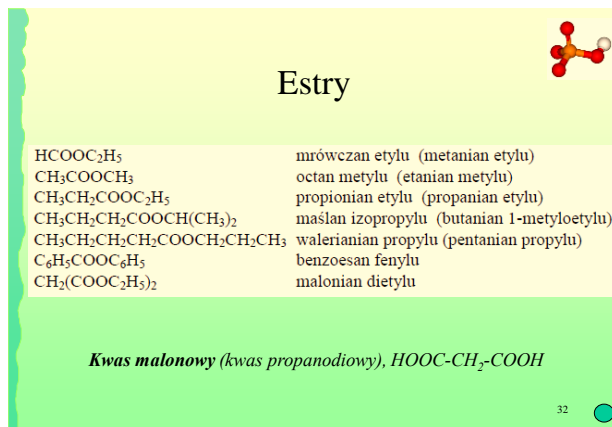
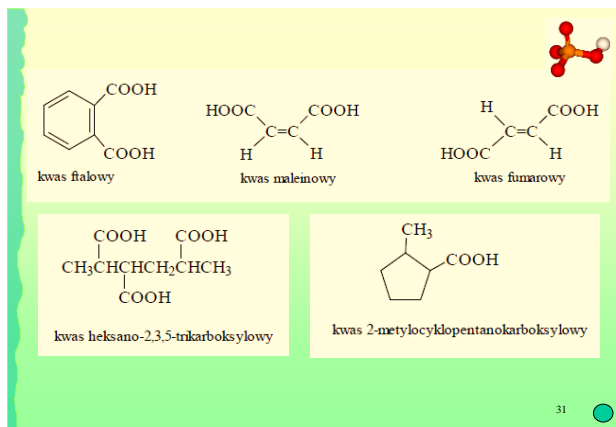


kwasy malonowy

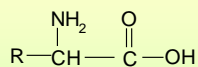


kwasy bursztynowy

30



## Aminokwasy

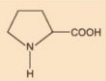
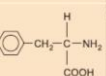


Są one podstawowym składnikiem białka.  
Głównym źródłem aminokwasów w wodach są wydzieliny żywych organizmów, mogą też być odprowadzane do wód ze ściekami miejskimi i przemysłowymi.

37

## Inne związki zawierające azot: Aminokwasy

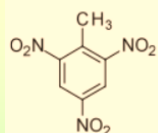


wzór	nazwa	kod	wzór	nazwa	kod
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{H} \end{array}$	glicyna	Gly	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{SH} \end{array}$	cysteina	Cys
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	alanina	Ala		prolina	Pro
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_2 \\   \\ \text{COOH} \end{array}$	kwas glutaminowy	Glu	$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$   NH <sub>2</sub>	tyrozyna	Tyr
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_4 \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}$	lizyna	Lys		feniloalanina	Phe
$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\   \\ (\text{CH}_2)_2 \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	metionina	Met			

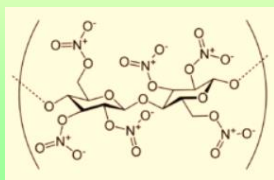
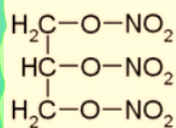
38

## Azotany

TNT – trójnitrotoluen



Nitrogliceryna (*triazotan glicerolu*):



Nitroceluloza

(*azotan celulozy*):

39

## 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 Miłulska

NAZEWNICTWO WYBRANYCH KLAS ZWIĄZKÓW  
ORGANICZNYCH

40