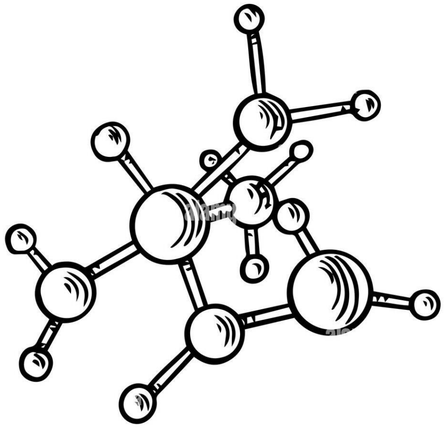
WYKŁAD nr 1

Materia i jej budowa



Zakres merytoryczny:

- budowa i właściwości materii (atom, cząsteczka, związek chemiczny, masa cząsteczkowa, wiązania chemiczne, liczność materii)
- układ okresowy pierwiastków (położenie a właściwości fizyczne i chemiczne, charakterystyka poszczególnych grup, wartościowość pierwiastka)
- izotopy i promieniotwórczość
- definicja chemii nieorganicznej oraz chemii organicznej (przykłady związków chemicznych)

Budowa i właściwości materii – atom

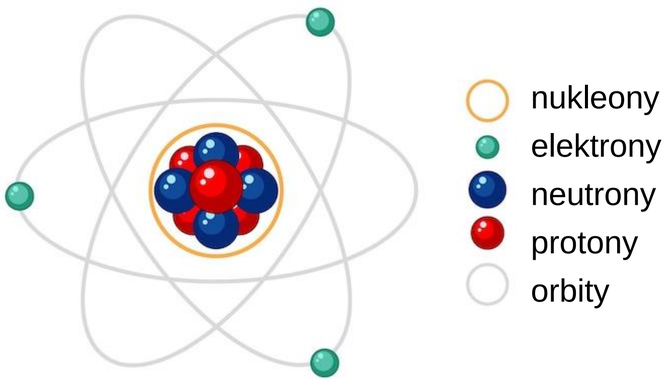
Atom – najmniejsza, niepodzielna metodami chemicznymi, cząstka materii.

Jest to najmniejsza część pierwiastka chemicznego, zachowująca jego indywidualne właściwości chemiczne. Atom jest elektrycznie obojętną mikrostrukturą, zbudowaną z dodatnio naładowanego jądra i otaczających je **elektronów** (cząstek o ładunku ujemnym). W skład jądra wchodzą nukleony: **protony** (cząstki o ładunku dodatnim) i **neutrony**.

Masa atomowa – masa atomu, wyrażona w jednostkach masy atomowej: unitach (u). 1u odpowiada 1/12 masy izotopu węgla ^{12}C. Przykładowo masa atomowa wybranych izotopów węgla, tlenu i siarki wynosi odpowiednio: 12 u, 16 u i 32 u. Przeliczenie atomowej jednostki masy na jednostki masy układu SI:

$$1g = 6{,}02 \times 10^{23}\ [u]$$

Budowa atomu



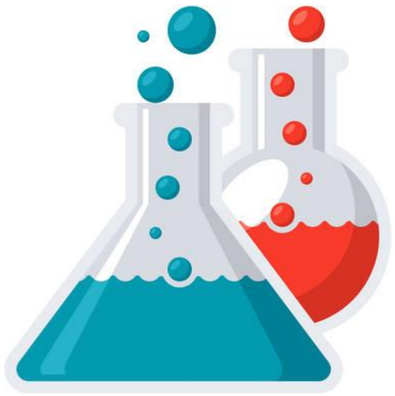
NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

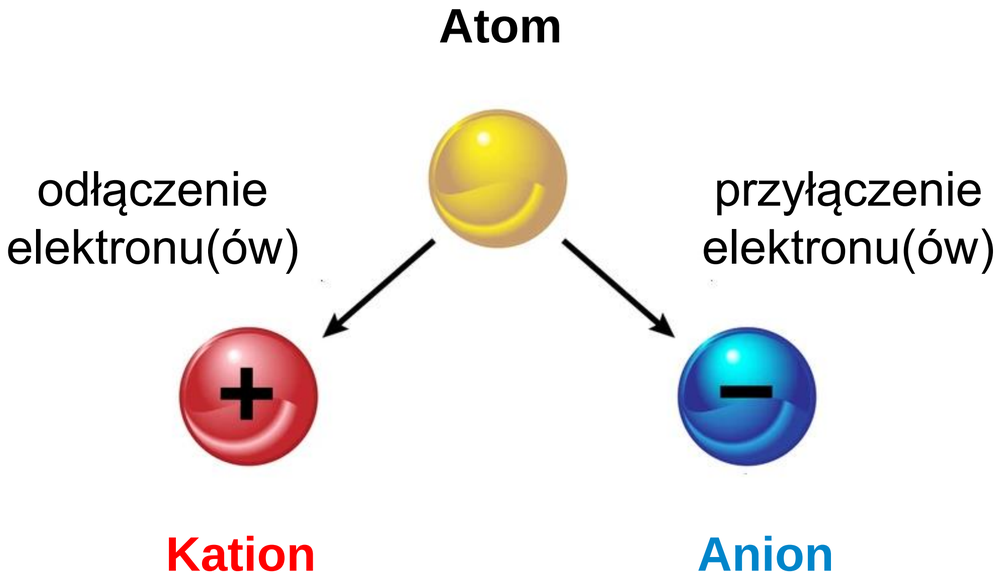
Budowa i właściwości materii – jon

Jon - dodatnio lub ujemnie naładowana cząstka, powstała z atomu lub cząsteczki przez przyłączenie lub odłączenie pewnej liczby elektronów

Jon dodatni (kation) – atom pozbawiony jednego lub kilku elektronów

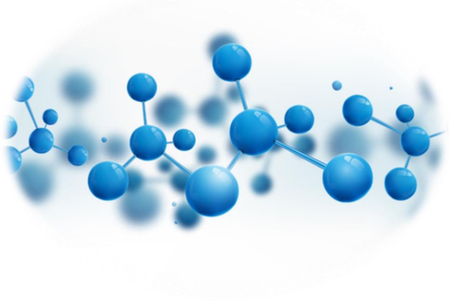
Jon ujemny (anion) – atom, który przyłączył jeden lub kilka elektronów**.**





NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Budowa i liczność materii – cząsteczka



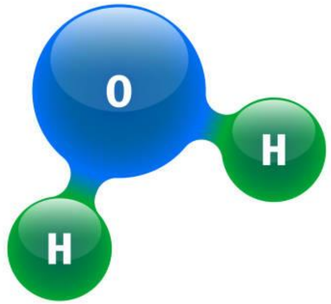
Atomy mogą występować samodzielnie lub łączyć się w cząsteczki.

Cząsteczka – obojętna elektrycznie grupa atomów, trwale ze sobą połączonych wiązaniami chemicznymi. Cząsteczka stanowi najmniejszą ilość związku chemicznego, zachowującą jego właściwości chemiczne. Może się ona składać z takich samych atomów (substancje proste, np. O_2) lub różnych atomów (związki chemiczne, np. H_2O).

Masa cząsteczkowa – suma mas atomowych pier

wchodzących w skład cząsteczki z uwzględnienien

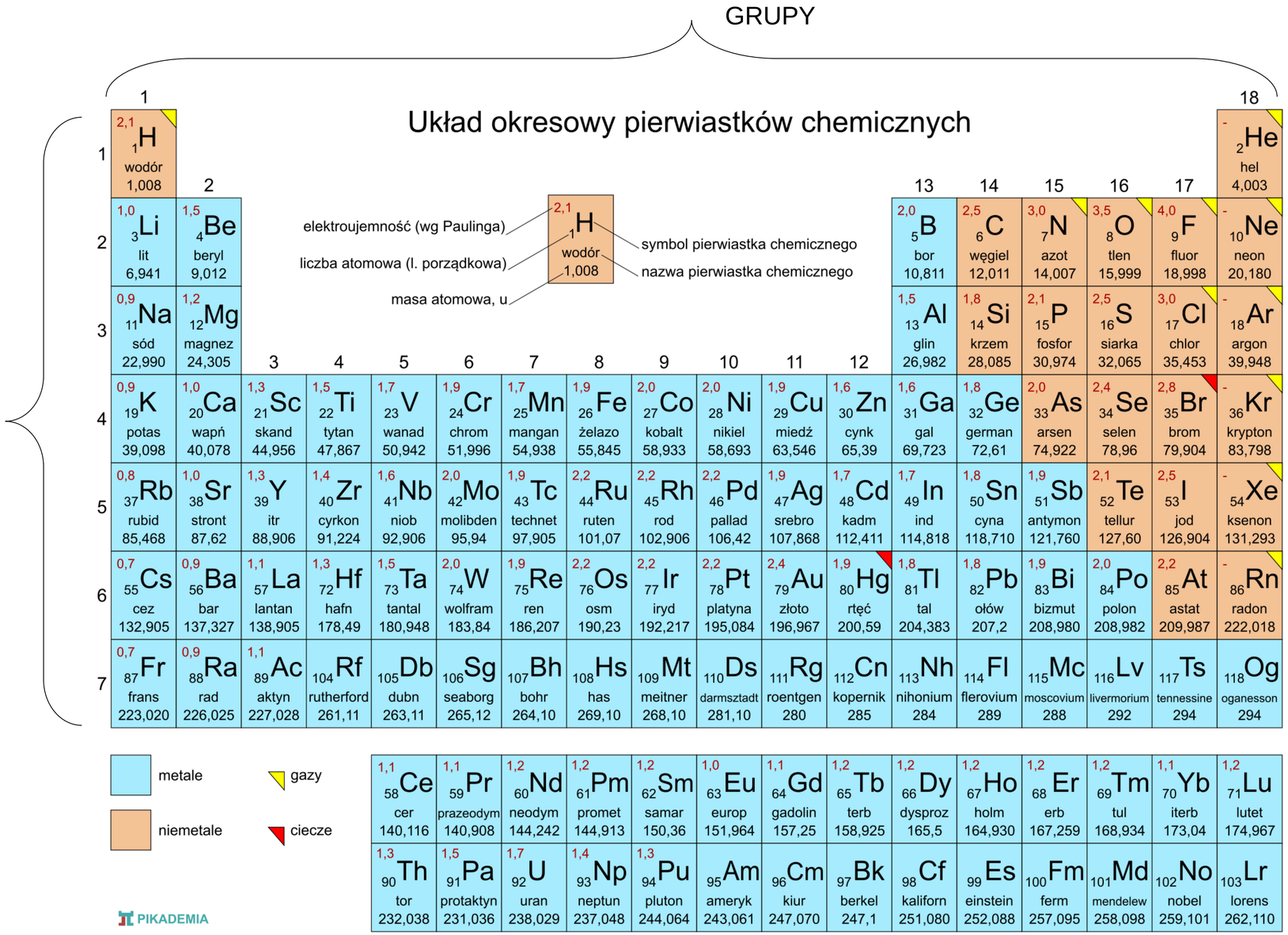
liczebności poszczególnych atomów (wyrażona w atomowych jednostkach masy –



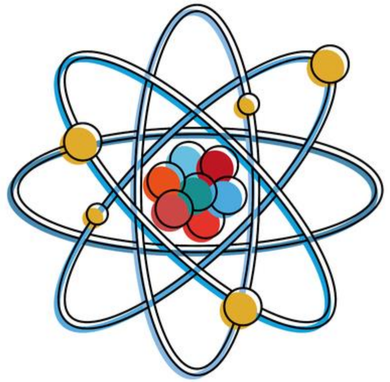
Mol – jednostka liczności materii wynosząca **6,02 x 10^{23}** atomów, jonów, cząsteczek, elektronów lub innych indywiduów (**liczba Avogadro**)

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Układ okresowy pierwiastków



Pierwiastek chemiczny – zbiór atomów posiadających taką samą liczbę protonów w jądrze



Wartościowość pierwiastka – liczba wiązań chemicznych, które może tworzyć pierwiastek

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ

Łukasiewicz

Układ okresowy pierwiastków

- **Numer pierwiastka** w układzie okresowym odpowiada liczbie protonów w jądrze (tzw. **liczba atomowa**).
- **Numer okresu**, w którym znajduje się pierwiastek, odpowiada **liczbie powłok** w atomie (znając liczbę powłok oraz wszystkich elektronów można podać rozmieszczenie elektronów na poszczególnych powłokach).
- **Numer grupy**, w której znajduje się pierwiastek (dotyczy to pierwiastków grup od 1 do 12), odpowiada **liczbie elektronów walencyjnych**, które tworzą wiązania chemiczne; a dla grup od 13 do 18 – numer grupy pomniejszony o 10.
- Wraz ze wzrostem liczby atomowej promień atomu rośnie w grupie, ponieważ zwiększa się liczba powłok elektronowych w atomie.
- W tym samym okresie wraz ze wzrostem liczby atomowej wzrasta charakter niemetaliczny pierwiastka.
- W okresach wzrasta elektroujemność pierwiastka, czyli zdolność do przyłączania elektronu; w grupach elektroujemność maleje.

Pierwiastki znajdujące się w tej samej grupie mają taką samą liczbę elektronów walencyjnych

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Układ okresowy pierwiastków

Charakterystyka poszczególnych grup

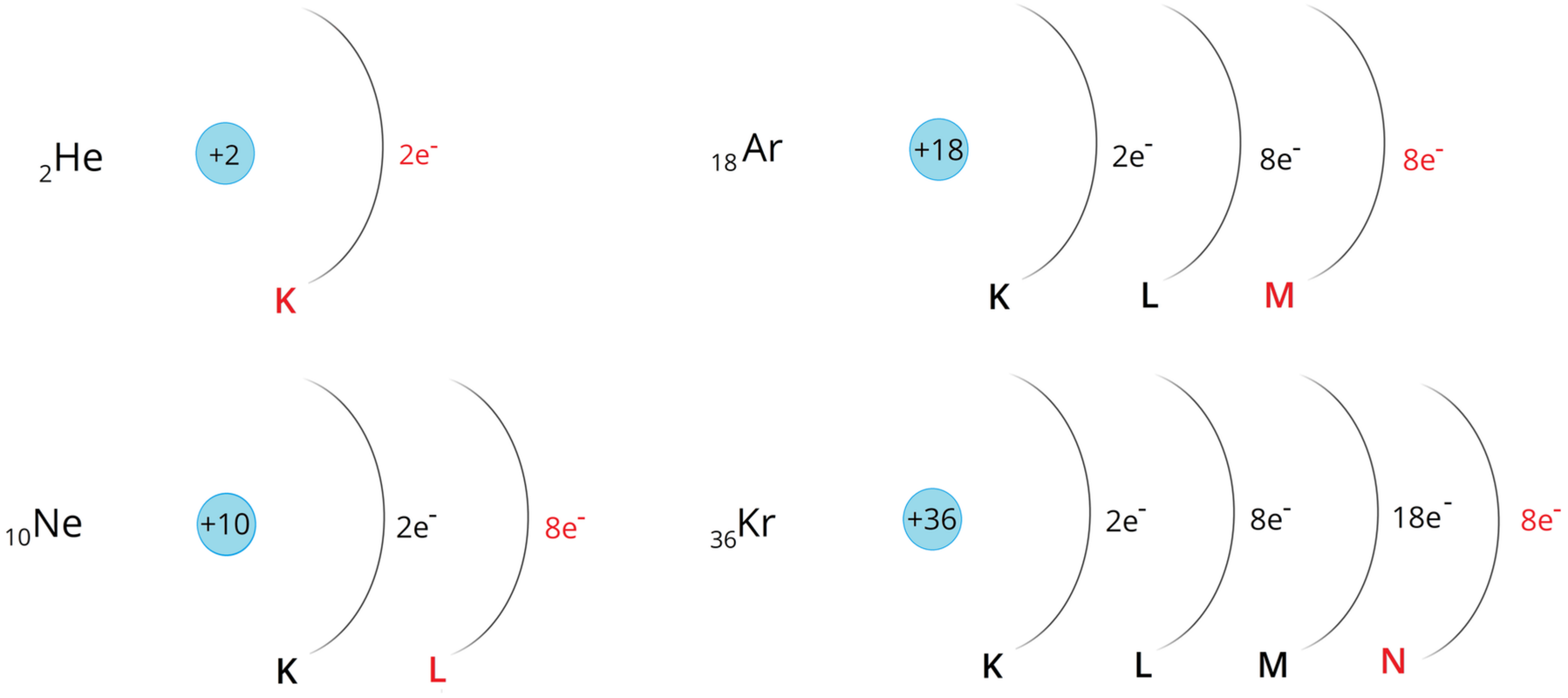
- **Grupa 1 i 2** – grupy **pierwiastków metalicznych** o właściwościach alkalicznych (oprócz wodoru), reagują z wodą dając zasadę (jednocześnie wydziela się wodór), pierwiastki o niskiej elektroujemności łatwo oddają elektrony i tworzą wiązania jonowe
- **Grupa 3-12** – grupy tzw. **metali przejściowych** (oprócz metali z szeregu lantanowców i aktynowców) o dużym potencjale zastosowań przemysłowych, łatwo tworzą kationy, dobrze przewodzą prąd i ciepło, w większości tworzą barwne związki chemiczne
- **Grupa 13** – grupa rozpoczyna się od boru o właściwościach półmetalicznych/półprzewodnikowych, a następnie są metale
- **Grupa 14** – grupa rozpoczyna się od niemetalu (węgiel), poprzez półmetale/półprzewodniki (krzem, german) i kończy metalami (cyna, ołów)
- **Grupa 15 i 16** – grupy zaczynają się pierwiastkami niemetalicznymi o właściwościach kwasowych, a kończą metalami
- **Grupa 17** – grupa pierwiastków określana jako **fluorowce**, wykazują dużą reaktywność, w większości o właściwościach kwasowych, są niemetalami, grupa rozpoczyna się pierwiastkami gazowymi (fluor, chlor), poprzez ciecz (brom), a kończy ciałami stałymi (jod, astat), posiadają wysoką elektroujemność, łatwo tworzą związki jonowe szczególnie z pierwiastkami 1 i 2 grupy, pierwiastki gazowe i ciekłe wykazują intensywny, drażniący zapach
- **Grupa 18** – grupa **gazów szlachetnych**, bezwonnych i bezbarwnych, występują w strukturach jednoatomowych
  – nie tworzą cząsteczek, wykazują bardzo małą reaktywność

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Powłoki elektronowe

Maksymalna liczba elektronów na powłoce wynosi $2n^2$

n – nr powłoki (wartość głównej liczby kwantowej), powłoki są numerowane począwszy od jądra atomowego



Powłoka **K** – nr 1, powłoka **L** – nr 2, powłoka **M** – nr 3, powłoka **N** – nr 4, powłoka **O** – nr 5, powłoka **P** – nr 6, itd.

Elektrony walencyjne – elektrony znajdujące się na ostatniej powłoce (zewnętrznej).

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Łukasiewicz

Liczba atomowa i liczba masowa

liczba masowa →
liczba atomowa →

$^{12}_{6}C$

Liczba masowa (A) – liczba protonów i neutronów w jądrze

Liczba atomowa (Z) – liczba protonów w jądrze = liczba elektronów (jest to nr pierwiastka w układzie okresowym)

Liczba protonów (p): 6,

Liczba elektronów (e): 6

Liczba neutronów (n): 12 – 6 = 6

Protony (p) – cząstki elementarne o masie ok. 1 u ($1{,}6725 \times 10^{-27}$ kg) i posiadające ładunek dodatni (+1).

Neutrony (n) – cząstki elementarne o masie ok. 1 u ($1{,}6748 \times 10^{-27}$ kg), elektrycznie obojętne.

Elektrony (e) – cząstki elementarne o masie ok. 1/1840 u i posiadające ładunek ujemny (-1).

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Liczba atomowa i liczba masowa

Potas

$^{39}_{19}K$

Z = 19

19 protonów
19 elektronów

A = 39

39 nukleonów

A-Z = 39-19 = 20

20 neutronów

liczba protonów / elektronów: odczytujemy z układu okresowego liczbę atomową Z (w lewym dolnym rogu symbolu pierwiastka); dla potasu Z = 19

Liczba nukleonów: odczytujemy z układu okresowego liczbę masową A (w lewym górnym rogu symbolu pierwiastka); dla potasu A = 39; dla potasu Z = 19

liczba neutronów: odejmujemy liczbę atomową od liczby masowej A-Z; dla potasu A-Z = 39-19 = 20

Selen

$^{79}_{34}Se$

Z = 34

34 protony
34 elektrony

A = 79

79 nukleonów

A-Z = 34 = 45

45 neutronów

liczba protonów / elektronów: odczytujemy z układu okresowego liczbę atomową Z (w lewym dolnym rogu symbolu pierwiastka); dla selenu Z = 34

Liczba nukleonów: odczytujemy z układu okresowego liczbę masową A (w lewym górnym rogu symbolu pierwiastka); dla selenu A = 79

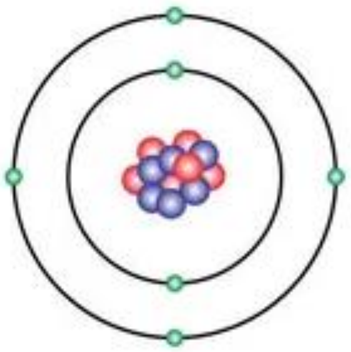
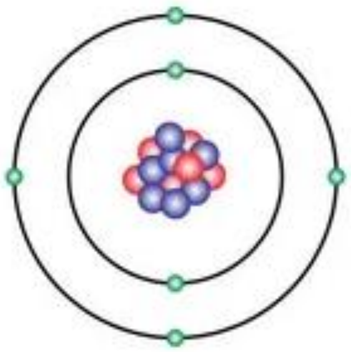
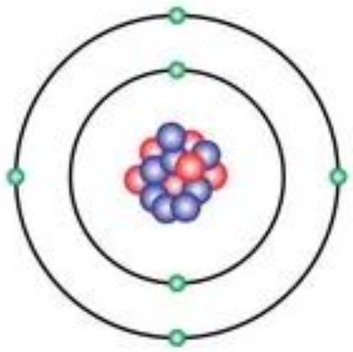
liczba neutronów: odejmujemy liczbę atomową od liczby masowej A-Z; dla selenu A-Z = 79-34 = 45

Liczba nukleonów = liczba protonów w jądrze + liczba neutronów w jądrze

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Izotopy

Izotopy to atomy tego samego pierwiastka różniące się liczbą neutronów w jądrze atomowym

Węgiel 12	Węgiel 13	Węgiel 14
		
6 protonów **6 neutronów**	**6 protonów** **7 neutronów**	**6 protonów** **8 neutronów**

Izotopy mogą różnić się właściwościami fizycznymi, np. temperaturą topnienia.

Izotopy oznacza się poprzez dopisanie do nazwy lub symbolu liczby masowej (np. ^{12}**C**, ^{13}**C**, ^{14}**C**)

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Izotopy i promieniotwórczość

Rozpad alfa (α) występuje zazwyczaj w jądrach o Z ≥ 82. Rozpad alfa polega na przemianie niestabilnego jądra w nowe jądro przy **emisji jądra helu ^{4}He**, tzn. cząstki α. Suma liczb atomowych oraz liczb masowych po prawej stronie równania równa się odpowiednim wartościom liczb rozpadającego się izotopu – po lewej stronie równania:

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} + 4.2\ \mathrm{MeV}$$

Rozpad „beta –" (β^{-}) emitowany jest elektron, który powstaje w wyniku rozpadu neutronu na proton, elektron oraz kwant energii. W takim procesie liczba protonów *Z* wzrasta o jeden, a liczba nukleonów *A* pozostaje bez zmiany.

$$^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

Emisja promieniowania gamma towarzyszy zazwyczaj rozpadowi alfa i beta, podczas

Emisji gamma nie zachodzi zmiana liczby atomowej i masowej.

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Izotopy i promieniotwórczość

- Pierwiastki powstające w rozpadach alfa i beta są także promieniotwórcze i ulegają dalszemu rozpadowi
- Sumarycznie wartości liczb masowych i atomowych po obu stronach równania muszą się bilansować – Przykład (jedna przemiana alfa i dwie beta-):

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{92}\mathrm{U} + {}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{-1}\beta + {}^{0}_{-1}\beta$$

- Większość **naturalnych pierwiastków promieniotwórczych** można podzielić na trzy grupy, nazywane szeregami promieniotwórczymi:

  W szeregu uranu rozpoczynającym się od liczby masowej zmieniają się według wzoru: 4n + 2

  W szeregu aktynu rozpoczynającym się od liczby masowej zmieniają się według wzoru: 4n + 3

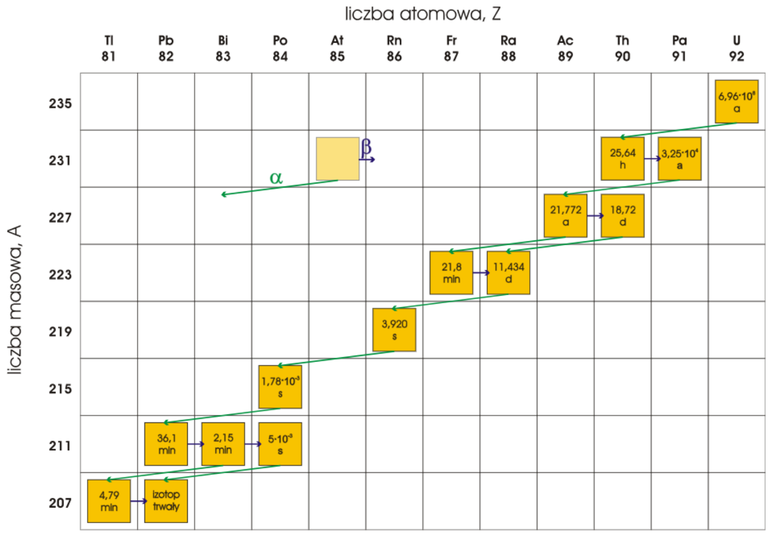
  W szeregu toru rozpoczynającym się od liczby masowej są opisane wzorem: 4n

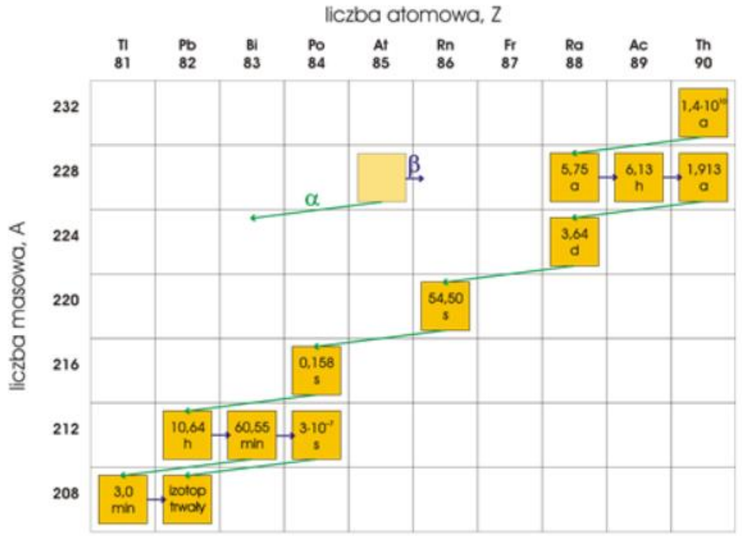
- Wszystkie trzy szeregi kończą się na trwałych izotopach ołowiu

Do pierwiastków naturalnie promieniotwórczych zalicza się te znajdujące się w 6 i 7 okresie (lantanowce i aktynowce), np.: **uran, tor, aktyn, rad, polon, pluton**

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Izotopy i promieniotwórczość





Rozpad promieniotwórczy dotyczy nie tylko pierwiastków, które występują w przyrodzie, ale mogą być prowadzone w sposób sztuczny na drodze reakcji jądrowych lub termojądrowych. **Reakcje jądrowe** można podzielić na: reakcje rozpadu oraz syntezy (fuzja jądrowa). **Sztuczne przemiany promieniotwórcze** pierwiastków zachodzą podczas bombardowania jąder atomowych cząstkami α, neutronami, protonami, lub innymi cząstkami. Neutron jest cząstką, która najłatwiej dociera do jądra atomowego, ponieważ nie posiada ładunku elektrycznego i nie ulega odpychaniu elektrostatycznemu podczas zbliżania się do niego. Dzięki temu neutrony posiadające nawet niską energię są często używane do przeprowadzenie reakcji jądrowych.

Przykładowa jądrowa reakcja rozpadu:

$$^{24}_{12}Mg + ^{1}_{0}n = ^{24}_{11}Na + ^{1}_{1}H$$

Przykładowa reakcja fuzji jądrowej:

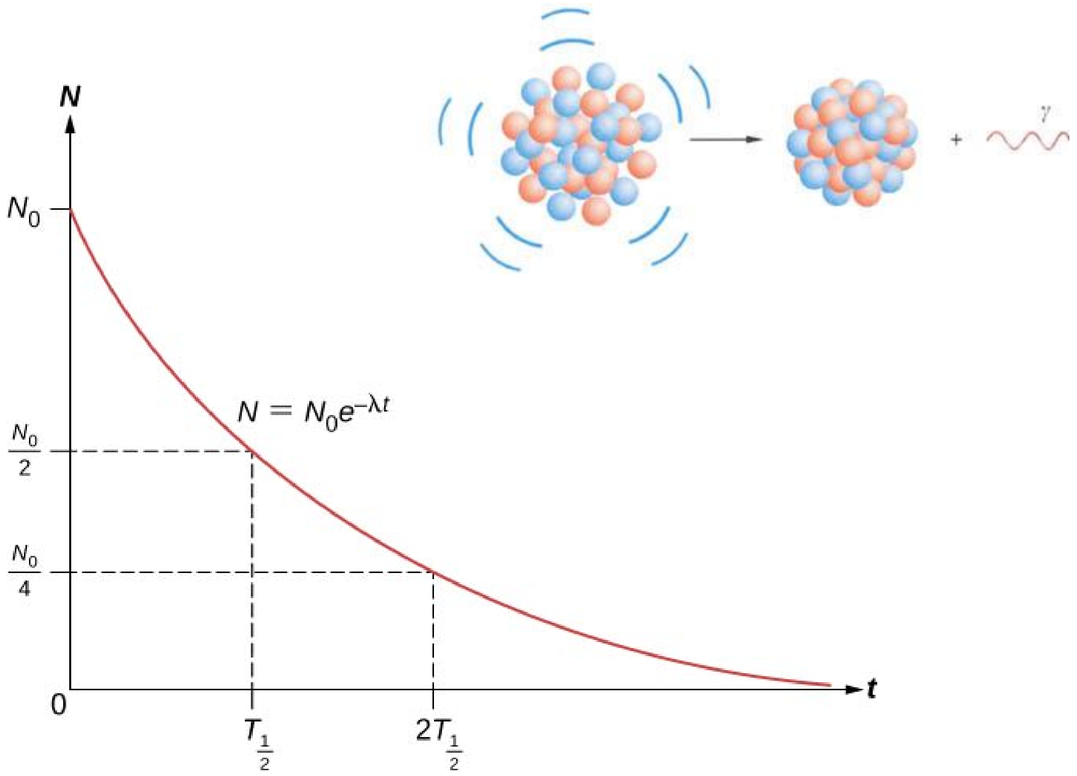
$$^{2}\mathrm{H} + ^{1}\mathrm{H} \rightarrow ^{3}\mathrm{He} + \gamma + 5{,}49\ \mathrm{MeV}$$

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ

Łukasiewicz

Izotopy i promieniotwórczość

Nuklid	Typ rozpadu	Czas połowicznego rozpadu	Uwolniona energia, MeV	Produkt rozpadu
U 238	α	$4{,}51\times10^{9}$ lat	4,270	Th 234
Th 234	β^-	24,10 d	0,273	Pa 234
Pa 234	β^-	1,18 min	2,197	U 234
U 234	α	$2{,}44\times10^{5}$ lat	4,859	Th 230
Th 230	α	$7{,}50\times10^{4}$ lat	4,770	Ra 226
Ra 226	α	1599 lat	4,871	Rn 222
Rn 222	α	3,823 d	5,590	Po 218
Po 218	α	3,05 min	6,88	Pb 214
Pb 214	β^-	26,8 min	1,024	Bi 214
Bi 214	β^- 99,98% α 0,02%	19,7 min	3,272 5,617	Po 214 Tl 210
Po 214	α	0,162 ms	7,883	Pb 210
Tl 210	β^-	1,32 min	5,484	Pb 210
Pb 210	β^-	22,3 lat	0,064	Bi 210
Bi 210	β^- 99,99987% α 0,00013%	5,0 d	1,426 5,982	Po 210 Tl 206
Po 210	α	138,375 d	5,407	Pb 206
Pb 206	–	trwały	–	–



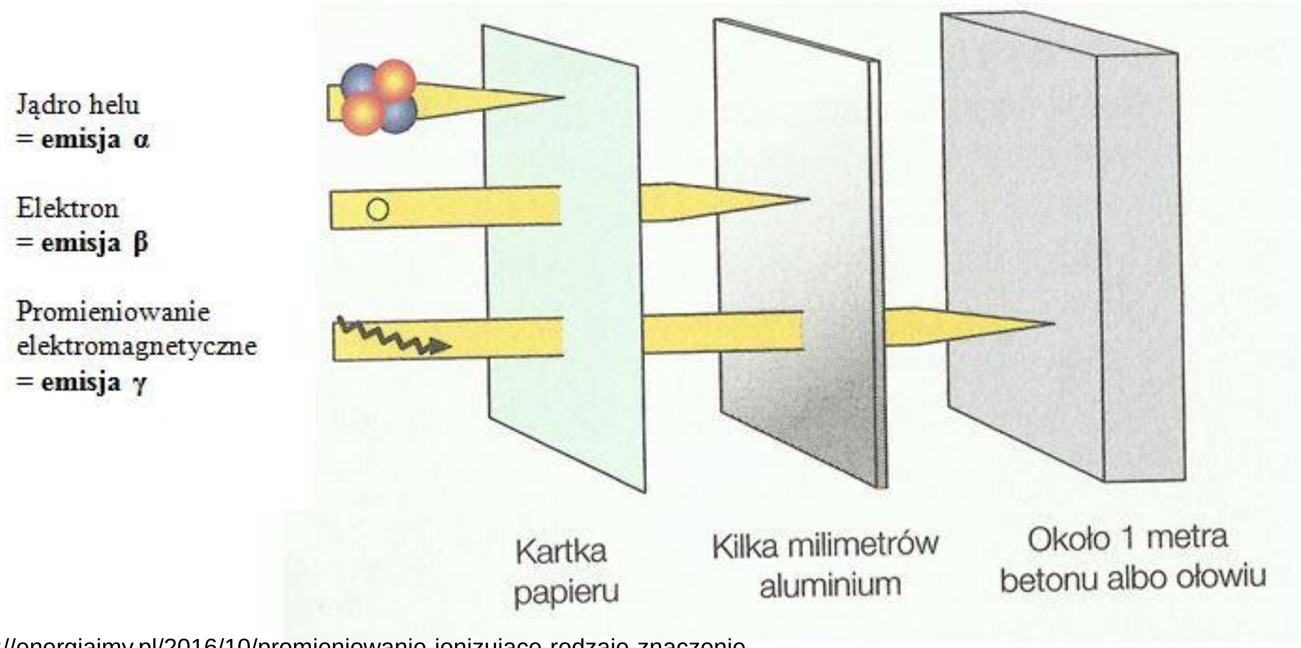
https://openstax.org/books/fizyka-dla-szk%C3%B3%C5%82-wy%C5%BCszych-tom-3/pages/10-3-rozpad-promieniotworczy

Okres połowicznego rozpadu T1/2 substancji promieniotwórczej – czas, w którym połowa pierwotnej liczby jąder ulegnie rozpadowi.

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ

Łukasiewicz

Izotopy i promieniotwórczość



https://energiaimy.pl/2016/10/promieniowanie-jonizujace-rodzaje-znaczenie

Licznik Geigera (**dozymetr**) – detektor promieniowania jonizującego. Służy do pomiaru ilości energii, która jest absorbowana przez organizm lub materiał podczas ekspozycji na: **promienie X (rentgenowskie), promienie** γ oraz **promienie β**.

Miarą aktywności promieniotwórczej ciał jest liczba rozpadów promieniotwórczych na sekundę. **Jednostką jest 1 bekerel, Bq** (1 Bq = jeden rozpad na sekundę).

Dawkę pochłoniętą przez organizm wyraża się wg SI w **siwertach (Sv)**. W tych jednostkach wyskalowane są też mierniki promieniowania jonizującego, służące do ochrony osobistej narażonych na promieniowanie.

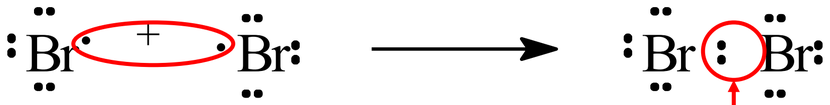
W Polsce wartość dopuszczalna pochłoniętej dawki wynosi 3,4 mSv/rok dla osób nienarażonych zawodowo na kontakt z promieniowaniem oraz 20 mSv/rok lub 6 mSv/rok dla osób narażonych (w zależności od grupy narażenia).

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

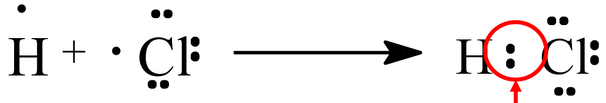
Wiązania chemiczne

Wiązania chemiczne powstają wskutek uwspólnienia 2 lub więcej elektronów walencyjnych, pochodzących bądź z jednego, bądź z obu łączących się atomów lub przeskoku jednego lub więcej elektronów z jednego atomu na drugi atom. **Wiązanie kowalencyjne (atomowe)** powstaje na skutek utworzenia wspólnej pary elektronowej przez dwa atomy. Każdy atom dostarcza taką samą liczbę elektronów.

Wiązanie kowalencyjne niespolaryzowane



Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane



Uwspólniona para elektronowa tworząca wiązanie chemiczne

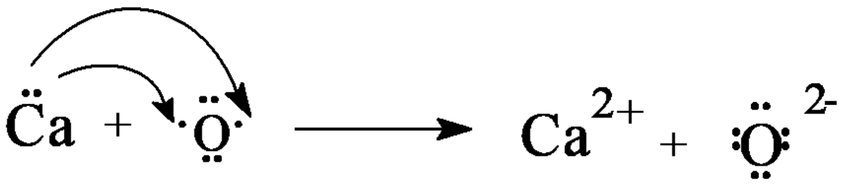
Wiązanie koordynacyjne (para elektronowa pochodzi od jednego pierwiastka)

Tworzenie wiązań chemicznych przebiega zgodnie z tzw. **regułą oktetu**: zapełnianie powłoki każdego z pierwiastków tworzących wiązanie ośmioma elektronami. **Odstępstwem jest wodór**, który może mieć **maksymalnie 2 elektrony** na powłoce walencyjnej.

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Wiązania chemiczne

Wiązanie jonowe powstaje w wyniku przeniesienia elektronu lub elektronów z powłoki walencyjnej pierwiastka o niższej elektroujemności i umieszczeniu na powłoce walencyjnej pierwiastka o większej elektroujemności.



Na ogół, aby powstało wiązanie, różnica elektroujemności musi być

większa lub równa 1,7 w skali Paulinga.

Jednak granica, przy której tworzy się wiązanie jonowe jest bardzo płynna, gdyż zależy ona od wielu różnych czynników. Na przykład we fluorowodorze różnica elektroujemności między fluorem a wodorem wynosi aż 1,9, a mimo to wiązanie F-H ma charakter kowalencyjny spolaryzowany.

Atomy różnych pierwiastków połączone wiązaniami chemicznymi tworzą **związek chemiczny**

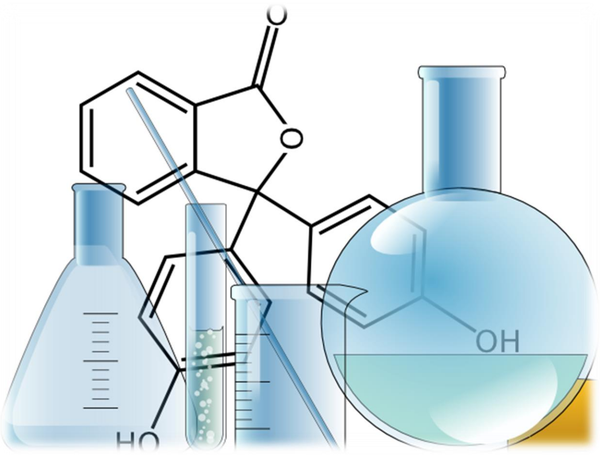
NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Chemia nieorganiczna i organiczna – definicje

Chemia organiczna – chemia opisująca związki węgla czterowartościowego oraz reakcje, jakim one ulegają

Chemia nieorganiczna – chemia związków, niezaliczanych do organicznych oraz reakcje, jakim one ulegają

Chemia nieorganiczna	Chemia organiczna
Tlenki (np. tlenek węgla, tlenek wapnia)	Oksirany (np. tlenek etylenu)
Kwasy tlenowe (np. kwas siarkowy)	Kwasy karboksylowe (np. kwas octowy)
Zasady nieorganiczne (zasada sodowa)	Zasady organiczne (aminy)
Sole nieorganiczne (np. siarczan sodu, azotan potasu)	Sole organiczne (np. mydła – stearynian sodu)
Kwasy beztlenowe (np. kwas solny)	----------
--------	Węglowodory
--------	Alkohole
--------	Estry
--------	Amidy

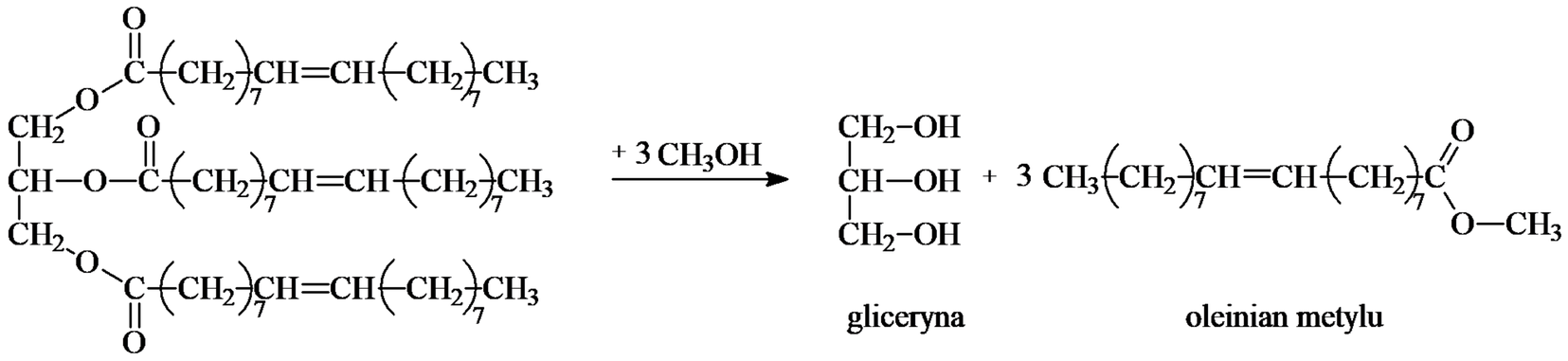


NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Przykłady związków organicznych

Chemia organiczna to także chemia związków, występujących w **organizmach żywych**, np.:

- **Białka** (polipeptydy)
- **Cukry** (węglowodany/sacharydy – monosacharydy, disacharydy, polisacharydy, np. skrobia i celuloza)
- **Tłuszcze** (lipidy – estry wyższych kwasów tłuszczowych i gliceryny)
- **Barwniki** (np. chlorofil, hemoglobina, hemocjanina)
- **Kwasy nukleinowe** (DNA, RNA)



trioleinian gliceryny

NARODOWY FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA i GOSPODARKI WODNEJ
Łukasiewicz

Szkolenie zostało dofinansowane ze środków NFOŚiGW

w ramach programu priorytetowego nr 7.2.1

„Edukacja ekologiczna Część 1. Edukacja ekologiczna na lata 2021-2025”

NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ

Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu

Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Za jego treść odpowiada wyłącznie

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji

Łukasiewicz