Samuraj Chemiczny



NOTATKI

WSTĘP DO CHEMII ORGANICZNEJ

DZIAŁ 11

11.A. STRUKTURA, GRUPY FUNKCYJNE

CHEMIA ORGANICZNA

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

STRUKTURA, GRUPY FUNKCYJNE

DZIAŁ 11.A

W tym pliku znajdziesz:

- **30 stron notatek z teorii**
- **8 lekcji**
- **33 zadania w tym:**
  - **19** zadań treningowych
  - **14** zadań przekrojowych

Na platformie z kursem znajdziesz:

5 godzin materiału video, w tym:

- **1 godzina** klarownej teorii w formie 12 krótkich mikrolekcji
- **3 godziny** praktyki z zadaniami treningowymi i przekrojowymi
- **1 godzina** pracy z zadaniami testowymi

Ponadto w opracowaniu tego działu znajdziesz:

- **notatki z innych zagadnień** wraz z treningami i zadaniami przekrojowymi
- **zbiór zadań egzaminacyjnych**
- **testy wstępne**
- **dwa sprawdziany**



Copyright © for this edition **Samuraj chemiczny - kursy do matury z chemii**

autor treści i zadań: Bartłomiej Górski
autor nagrań video: Michał Bartosiak
autor testów wstępnych: Natalia Kasprzak
współpraca autorska: Michał Bartosiak, dr Aneta Ciupa-Litwa, Marta Dworzyńska, Anna Mazur, Anna Skrzypek
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

SPIS TREŚCI

Struktura 4

Założenia teorii strukturalnej | teoria 5

Założenia teorii strukturalnej | trening 13

Długość wiązania chemicznego | teoria 16

Długość wiązania chemicznego | trening 21

Wzory związków organicznych | teoria 23

Wzory związków organicznych | trening 27

Stopnie utlenienia | teoria 29

Stopnie utlenienia | trening 30

Rzędowość | teoria 31

Rzędowość | trening 33

Równocenność | teoria 35

Równocenność | trening 38

Grupy funkcyjne 39

Grupy funkcyjne 40

Hierarchia grup funkcyjnych 45

Grupy funkcyjne | trening 47

Zadania przekrojowe 49



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

STRUKTURA

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.A.1

ZAŁOŻENIA TEORII STRUKTURALNEJ

Praktycznie wszystkie związki organiczne zawierają atomy węgla i wodoru. W cząsteczkach związków organicznych znajdują się także atomy innych pierwiastków, np. tlenu, azotu, siarki, fosforu czy atomy fluorowców – fluoru, chloru, bromu, jodu. Atomy innych pierwiastków niż węgla i wodoru nazywane są heteroatomami.

Przypomnienie

$L_p = \sigma + wpe$

- $L_p = 2 \Longrightarrow sp$
- $L_p = 3 \Longrightarrow sp^2$
- $L_p = 4 \Longrightarrow sp^3$

Orbitale zhybrydyzowane nigdy nie tworzą orbitali wiążących typu π

Uwaga! Litery greckie mają znaczenie!

σ – to jest mała litera *sigma*, którą oznacza się typ wiązania lub typ orbitalu,

δ – to jest mała litera *delta*, którą oznacza się cząstkowy ładunek.

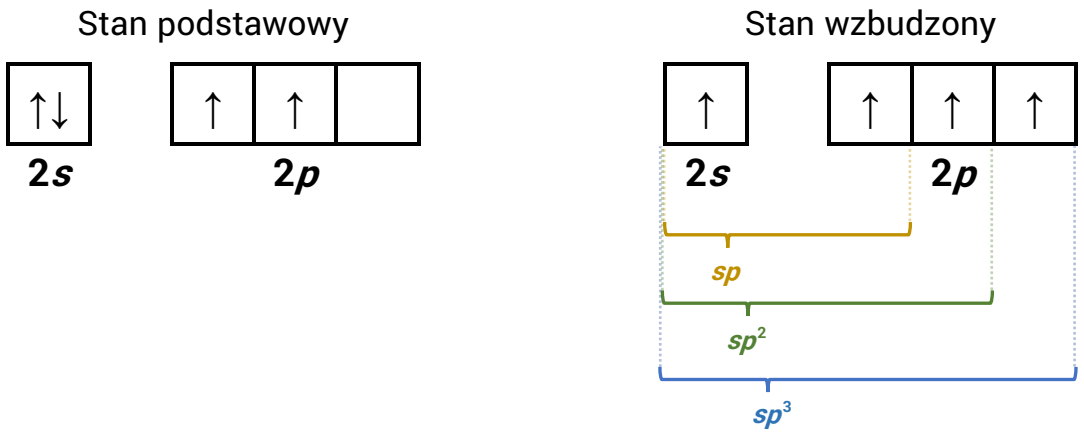


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

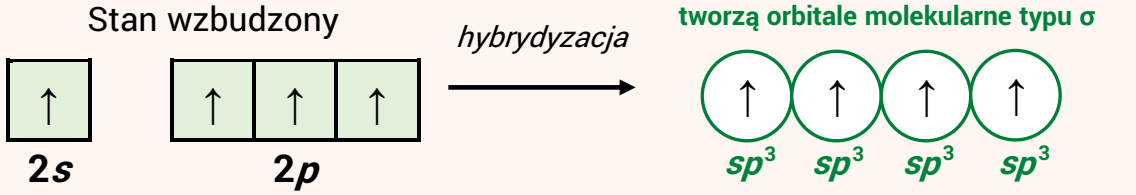
DII.A.1

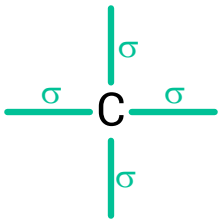
Atom węgla

w związkach organicznych jest zawsze czterowiązalny i nie zawiera wolnych par elektronowych (wyjątkami są jony). Orbitalom tych atomów węgla w związkach organicznych można przypisać hybrydyzację *sp*, sp^2 lub sp^3, w zależności od liczby orbitali, które tworzą wiązania typu σ i wiązania typu π.



sp^3

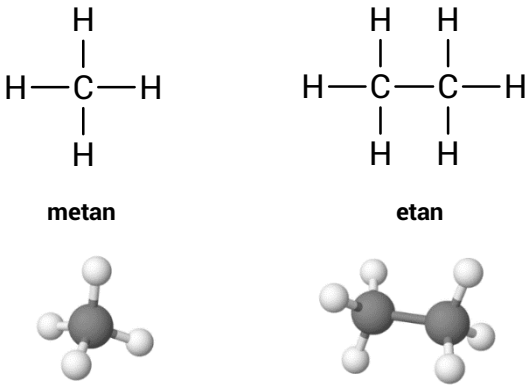




$L_p = 4 + 0 = 4$

Hybrydyzacja: sp^3

Przykłady:

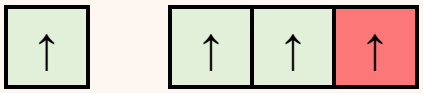




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

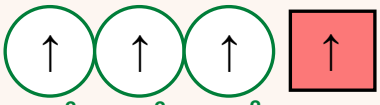
sp^2

Stan wzbudzony

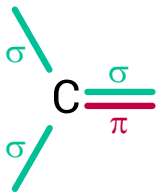


hybrydyzacja

Zhybrydyzowane orbitale atomowe, które tworzą orbitale molekularne typu σ



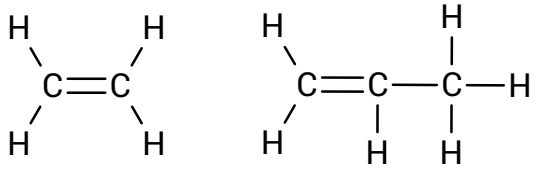
Niezhybrydyzowany orbital atomowy, który tworzy orbital molekularny typu π

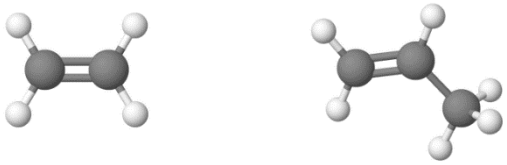


$L_p = 3 + 0 = 3$

Hybrydyzacja: sp^2

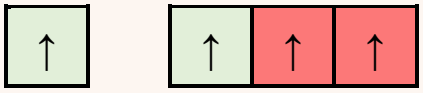
Przykłady:





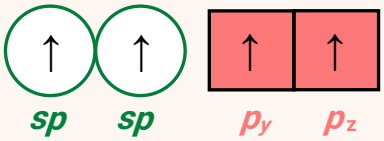
sp

Stan wzbudzony

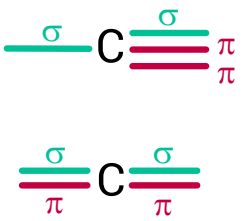


hybrydyzacja

Zhybrydyzowane orbitale atomowe, które tworzą orbitale molekularne typu σ



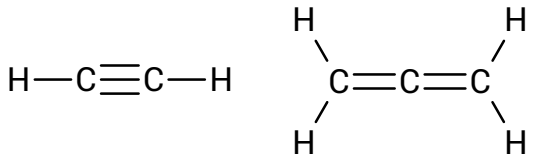
Niezhybrydyzowane orbitale atomowe, które tworzą orbitale molekularne typu π



$L_p = 2 + 0 = 2$

Hybrydyzacja: *sp*

Przykłady:







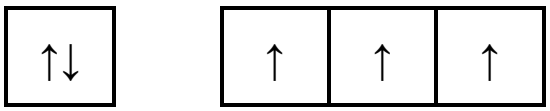
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.A.1

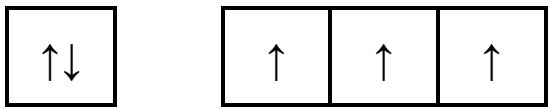
Atom azotu, atom fosforu

w związkach organicznych jest prawie zawsze trójwiązalny i zawiera jedną wolną parę elektronową (wyjątkami są jony).

Atom azotu (stan podstawowy)

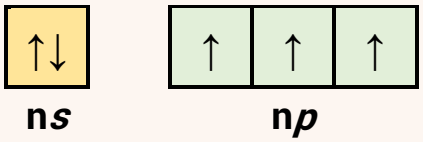


Atom fosforu (stan podstawowy)



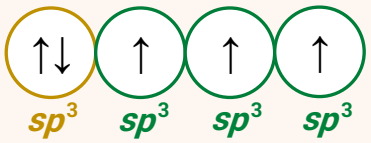
sp^3

Stan podstawowy

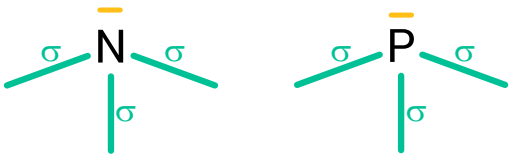


hybrydyzacja

Zhybrydyzowane orbitale atomowe, które tworzą orbitale molekularne typu σ



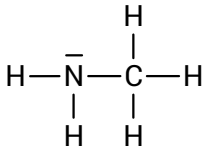
Zhybrydyzowany orbital atomowy, który zawiera wolną parę elektronową



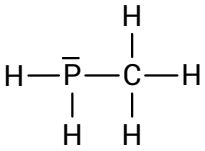
$L_p = 3 + 1 = 4$

Hybrydyzacja: sp^3

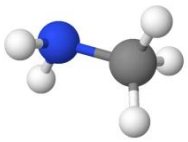
Przykłady:

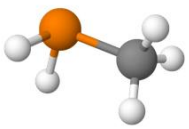


metanoamina



metylofosfina

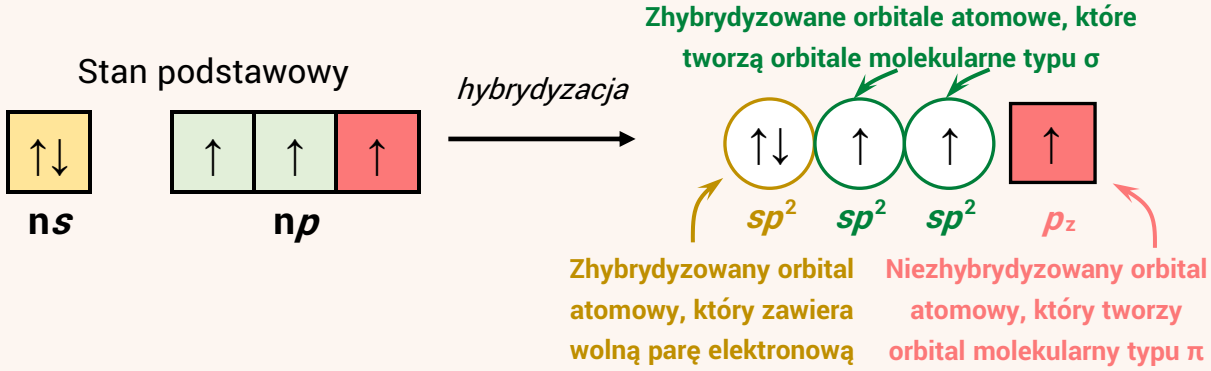






Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

sp^2

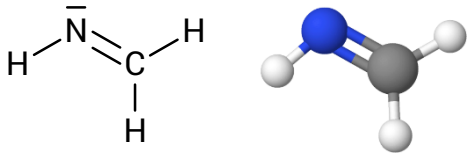




$L_p = 2 + 1 = 3$

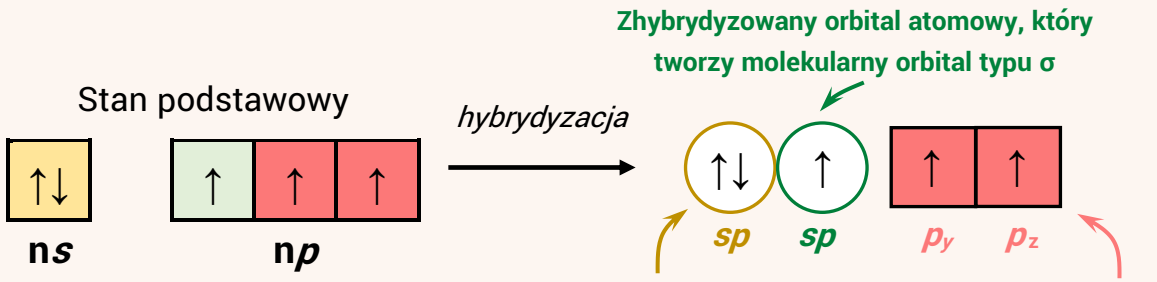
Hybrydyzacja: sp^2

Przykład:



metanoimina

sp

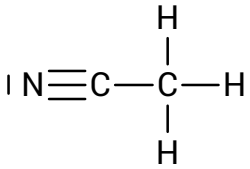




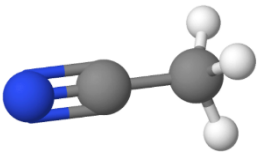
$L_p = 1 + 1 = 2$

Hybrydyzacja: sp

Przykład:



acetonitryl





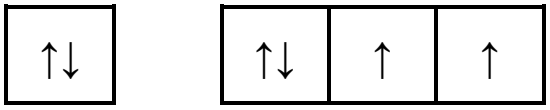
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.A.1

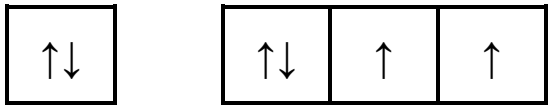
Atom tlenu, atom siarki

w związkach organicznych jest prawie zawsze dwuwiązalny i zawiera dwie wolne pary elektronowe (wyjątkami są jony).

Atom tlenu (stan podstawowy)

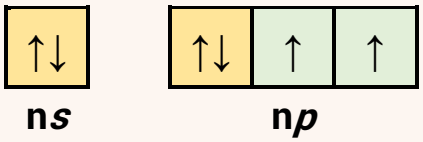


Atom siarki (stan podstawowy)



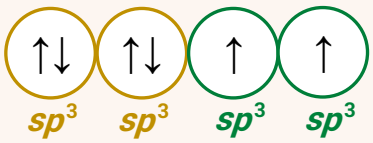
sp^3

Stan podstawowy

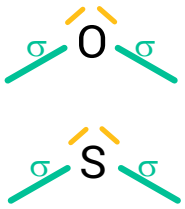


hybrydyzacja

Zhybrydyzowane orbitale atomowe, które tworzą orbitale molekularne typu σ



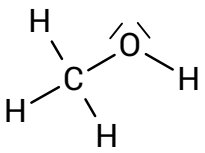
Zhybrydyzowane orbitale atomowe, które zawierają wolne pary elektronowe



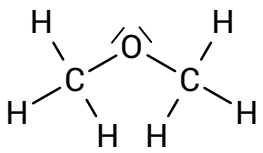
$L_p = 2 + 2 = 4$

Hybrydyzacja: sp^3

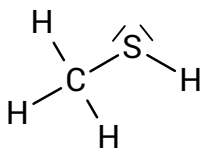
Przykłady:



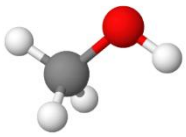
metanol

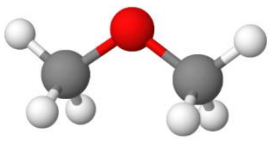


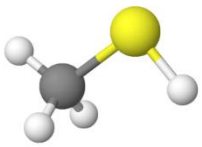
metoksymetan



metanotiol





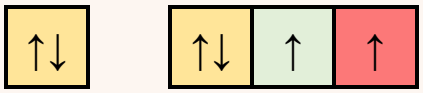




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

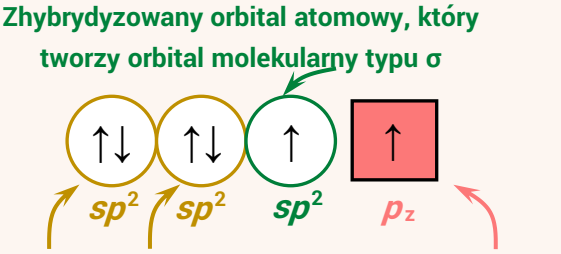
sp^2

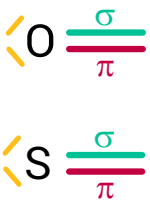
Stan podstawowy



n*s* **n*p***

hybrydyzacja

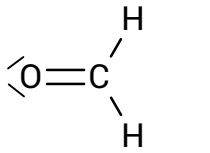




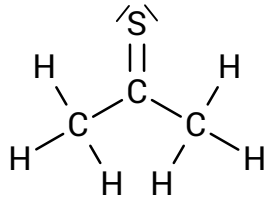
L_p = 1 + 2 = 3

Hybrydyzacja: sp^2

Przykłady:

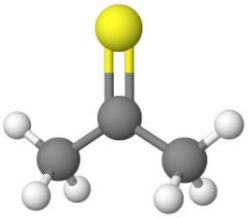


metanal (formaldehyd)



propanotion (tioaceton)







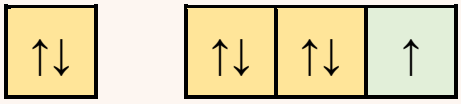
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.A.1

Atom halogenu (F, Cl, Br, I)

w związkach organicznych jest zawsze jednowiązalny i zawiera trzy wolne pary elektronowe (wyjątkami są jony).

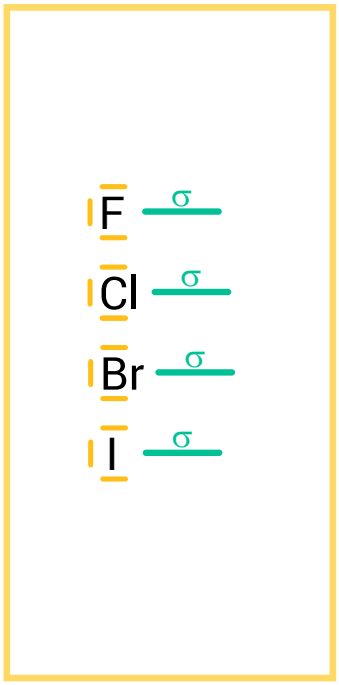
Atom halogenu
(stan podstawowy)



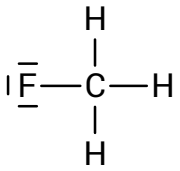
n*s* **n*p***

Wolne pary elektronowe

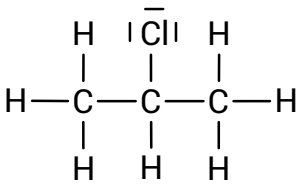
Orbital atomowy, który tworzy orbital molekularny typu σ



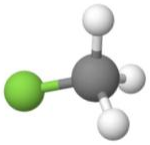
Przykłady:

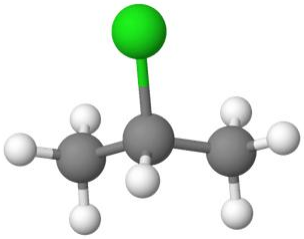


fluorometan



2-chloropropan





Nie określa się typu hybrydyzacji orbiatli walencyjnych atomów fluorowców w związkach chemicznych.

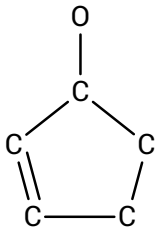


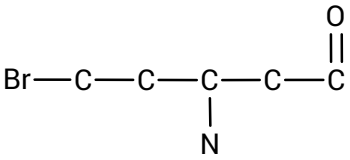
TRENING

ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10756

Dorysuj brakujące atomy wodoru, tak aby powstały wzory strukturalne związków organicznych.

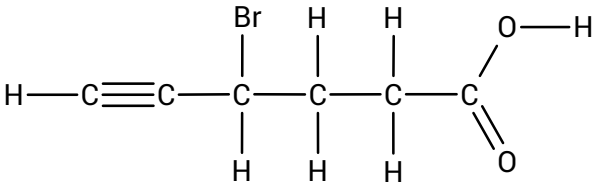




ZADANIE 2. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10757

Poniżej przedstawiono wzór strukturalny pewnego związku organicznego.



A. Dorysuj za pomocą kresek wszystkie brakujące wolne pary elektronowe.

B. Określ liczbę wiązań typu σ oraz liczbę wiązań typu π w cząsteczce przedstawionego związku.

liczba wiązań typu σ: ..... liczba wiązań typu π: .....

C. Określ liczbę atomów węgla, których orbitalom walencyjnym przypisuje się podany typ hybrydyzacji.

Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych	*sp*	sp^2	sp^3
Liczba atomów węgla			

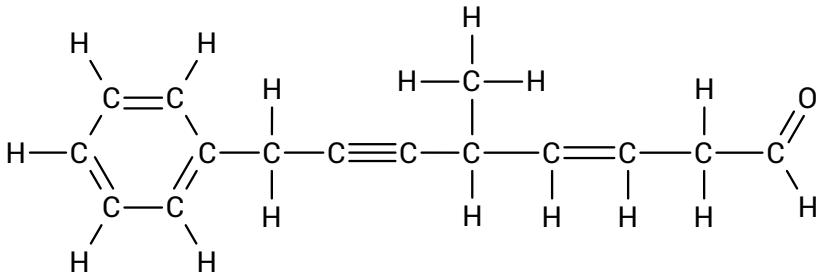


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

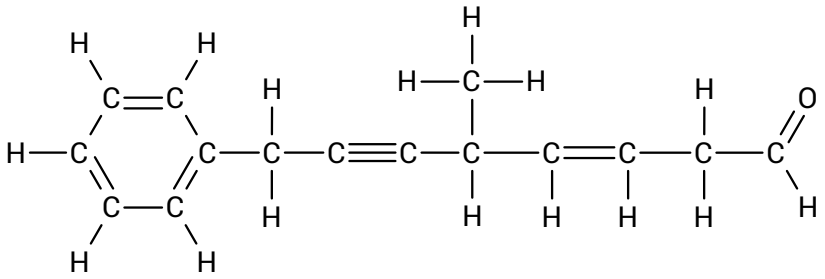
ZADANIE 3. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10758

A. Zaznacz kolorem czerwonym fragment lub fragmenty cząsteczki, w których atomy leżą w jednej linii (dotyczy fragmentu lub fragmentów, które składają się z minimum trzech atomów).



B. Zaznacz kolorem zielonym fragment lub fragmenty cząsteczki, w których atomy leżą w jednej płaszczyźnie (dotyczy fragmentu lub fragmentów, które składają się z minimum trzech atomów).

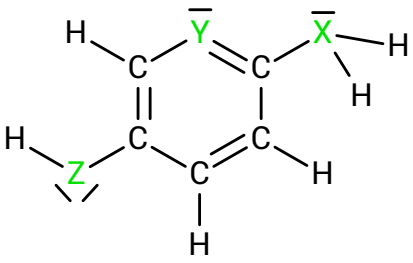


ZADANIE 4. zadanie autorskie

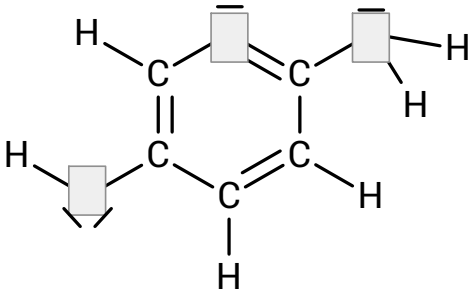
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10759

Obok przedstawiono wzór elektronowy cząsteczki pewnego związku organicznego. Umownymi symbolami X, Y i Z oznaczono heteroatomy. O pierwiastkach X, Y i Z wiadomo, że:

- dwa pierwiastki należą do trzeciego okresu, a jeden pierwiastek należy do drugiego okresu układu okresowego pierwiastków
- atom pierwiastka X ma większy promień niż atom pierwiastka Y.



Uzupełnij wzór elektronowy. Wpisz symbole chemiczne pierwiastków X, Y i Z.





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIE 5. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10760

O pewnym pierwiastku X (heteroatom), wiadomo, że w stanie podstawowym w jego atomie:

- elektrony rozmieszczone w obrębie dwóch powłok
- tylko dwa elektrony są niesparowane.

Pierwiastek X tworzy związek organiczny o wzorze sumarycznym: C_3H_6X.

O cząsteczce tego związku organicznego wiadomo, że:

- zawiera tylko jedno wiązanie typu π
- orbitalom walencyjnym tylko jednego atomu węgla można przypisać hybrydyzację sp^2
- dla orbitali walencyjnych dwóch bezpośrednio związanych ze sobą atomów węgla przypisuje się tę samą hybrydyzację, inną niż sp^2.

Narysuj wzór strukturalny związku, który spełnia powyższe kryteria.

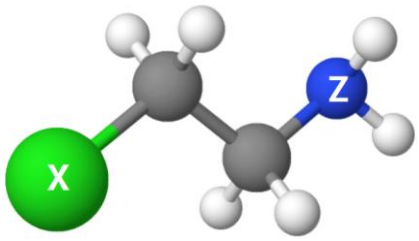
ZADANIE 6. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10761

O dwóch pierwiastkach umownie oznaczonych symbolami X i Z wiadomo, że:

- atom pierwiastka X w stanie podstawowym ma elektrony rozmieszczone w obrębie dziewięciu orbitali, ale tylko w obrębie jednego z tych orbitali znajduje się niesparowany elektron.
- atom pierwiastka Z tworzy jon prosty Z^{3-} o konfiguracji neonu.

Atom pierwiastka X i atom pierwiastka Z znajdują się w cząsteczce pewnego związku organicznego, którego model przestrzenny przedstawiono poniżej.



Narysuj <u>wzór elektronowy</u> opisanego związku chemicznego.



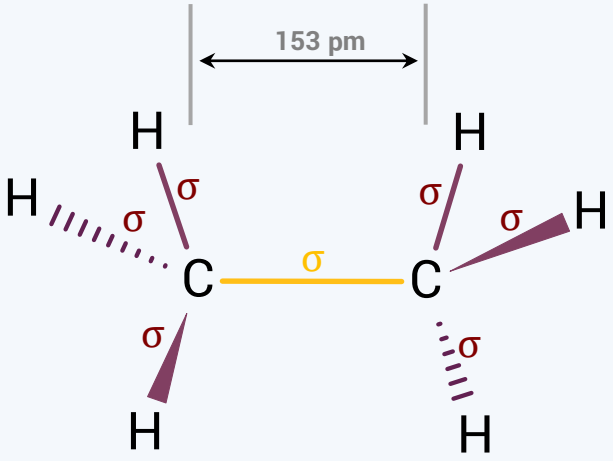
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

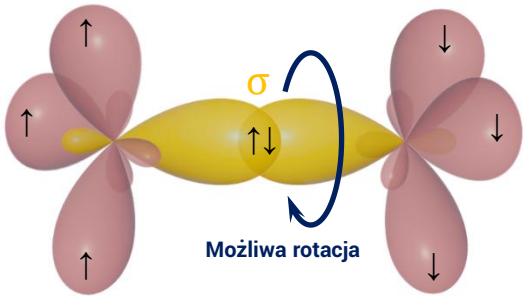
D11.A.2

DŁUGOŚĆ WIĄZANIA CHEMICZNEGO

Dlaczego wiązanie wielokrotne jest krótsze niż wiązanie pojedyncze?

- **Etan**





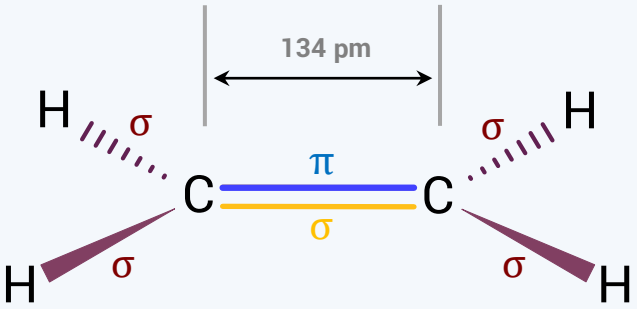
Orbitale zhybrydyzowane sp^3, które w wyniku czołowego nałożenia tworzą pomiędzy atomami węgla orbital molekularny typu σ.

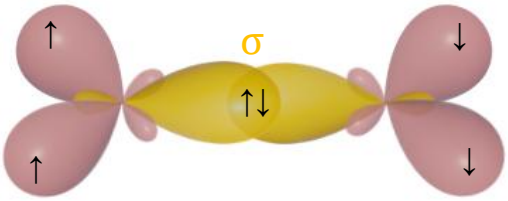


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

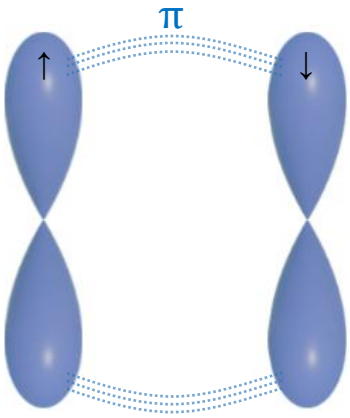
• Eten

Obecność wiązania π uniemożliwia rotację wiązania C–C



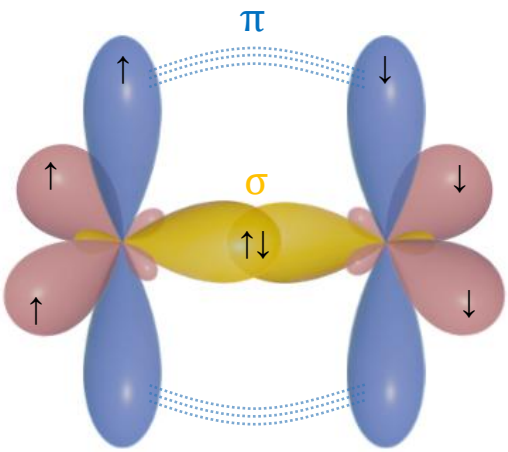


Orbitale zhybrydyzowane sp^2, które w wyniku czołowego nałożenia tworzą pomiędzy atomami węgla orbital molekularny typu σ.



Orbitale niezhybrydyzowane p_z, które w wyniku bocznego nałożenia tworzą pomiędzy atomami węgla orbital molekularny typu π.

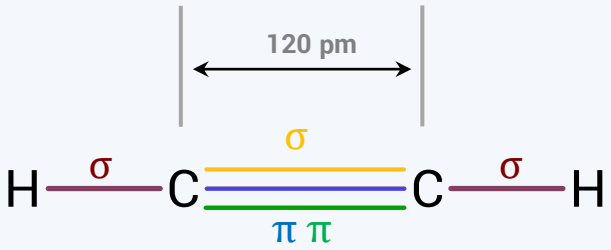
Do nałożenia się tych orbitali konieczne jest zmniejszenie odległości między nimi, co wiąże się ze skróceniem wiązania C–C.

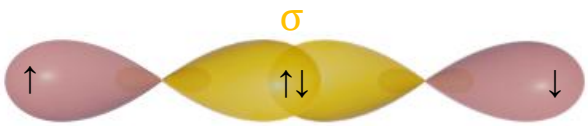




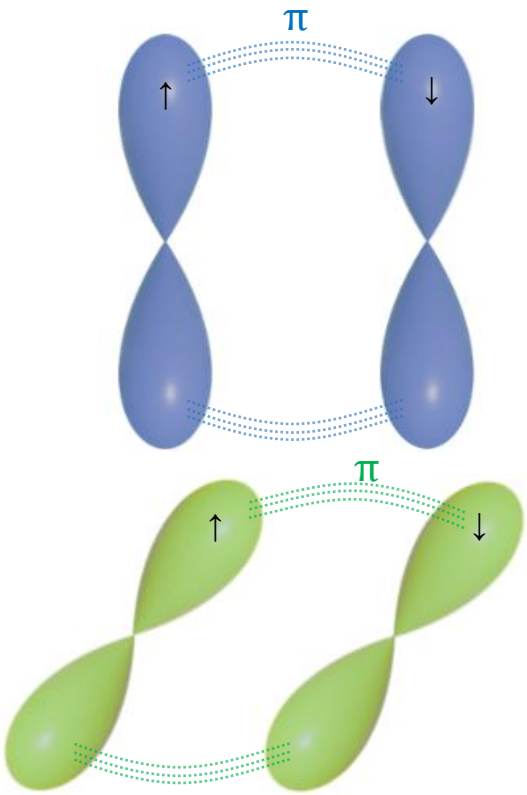
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

• Etyn



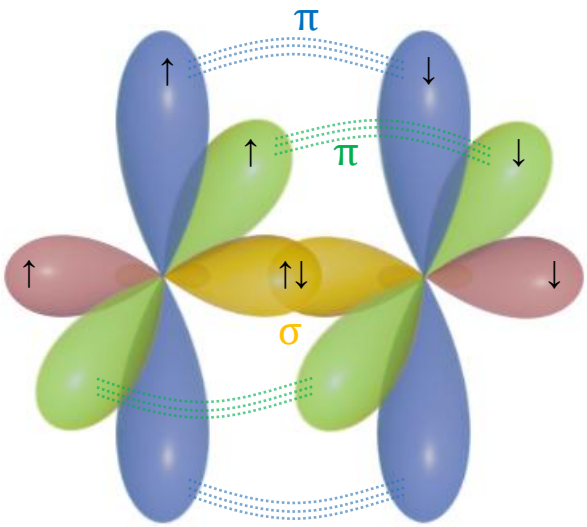


Orbitale zhybrydyzowane *sp*, które w wyniku czołowego nałożenia tworzą pomiędzy atomami węgla orbital molekularny typu σ.



Orbitale niezhybrydyzowane p_y i p_z, które w wyniku bocznego nałożenia tworzą pomiędzy atomami węgla orbitale molekularne typu π.

Do nałożenia się tych orbitali konieczne jest zmniejszenie odległości między nimi, co wiąże się ze skróceniem wiązania C–C.

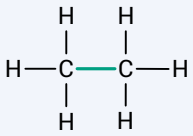




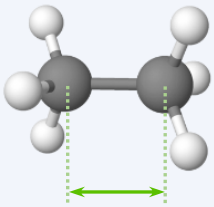
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

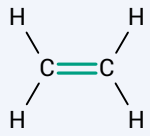
krotność wiązania

długość wiązania

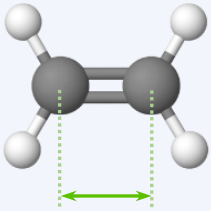


etan



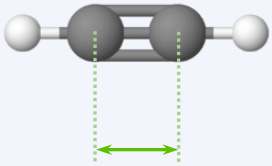


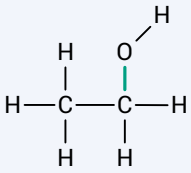
eten (etylen)



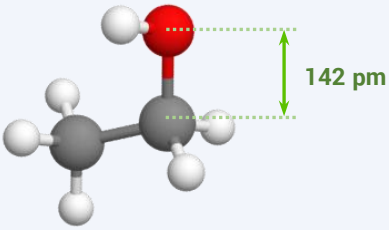


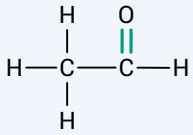
etyn (acetylen)



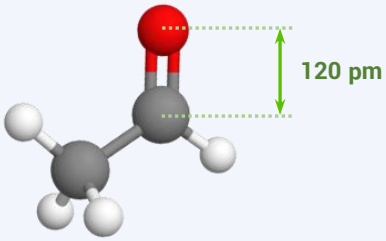


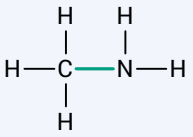
etanol



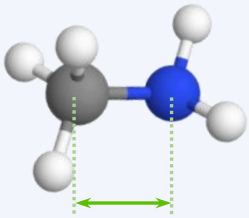


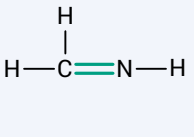
acetaldehyd (etanal)



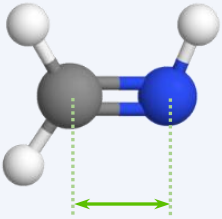


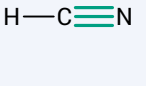
metanoamina



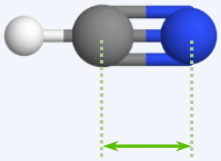


metanoimina





cyjanowodór

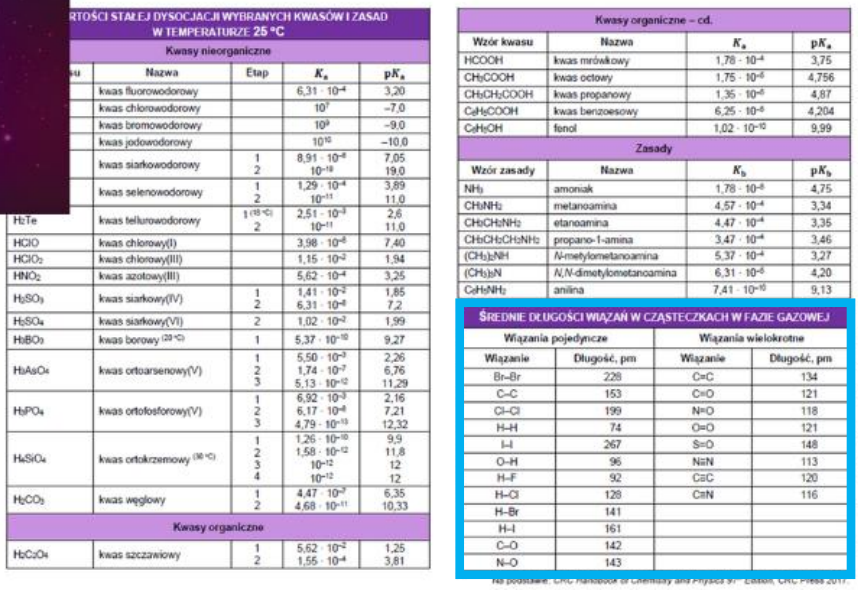




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Wartości długości konkretnych wiązań znajdziesz w tablicach CKE na stronie 9.





RTOŚCI STAŁEJ DYSOCJACJI WYBRANYCH KWASÓW I ZASAD W TEMPERATURZE 25 °C

Kwasy nieorganiczne

	Nazwa	Etap	K_a	pK_a
	kwas fluorowodorowy		$6{,}31 \cdot 10^{-4}$	3,20
	kwas chlorowodorowy		10^{7}	−7,0
	kwas bromowodorowy		10^{9}	−9,0
	kwas jodowodorowy		10^{10}	−10,0
	kwas siarkowodorowy	1 2	$8{,}91 \cdot 10^{-8}$ 10^{-19}	7,05 19,0
	kwas selenowodorowy	1 2	$1{,}29 \cdot 10^{-4}$ 10^{-11}	3,89 11,0
H_2Te	kwas tellurowodorowy	1 (18 °C) 2	$2{,}51 \cdot 10^{-3}$ 10^{-11}	2,6 11,0
HClO	kwas chlorowy(I)		$3{,}98 \cdot 10^{-8}$	7,40
$HClO_2$	kwas chlorowy(III)		$1{,}15 \cdot 10^{-2}$	1,94
HNO_2	kwas azotowy(III)		$5{,}62 \cdot 10^{-4}$	3,25
H_2SO_3	kwas siarkowy(IV)	1 2	$1{,}41 \cdot 10^{-2}$ $6{,}31 \cdot 10^{-8}$	1,85 7,2
H_2SO_4	kwas siarkowy(VI)	2	$1{,}02 \cdot 10^{-2}$	1,99
H_3BO_3	kwas borowy (20 °C)	1	$5{,}37 \cdot 10^{-10}$	9,27
H_3AsO_4	kwas ortoarsenowy(V)	1 2 3	$5{,}50 \cdot 10^{-3}$ $1{,}74 \cdot 10^{-7}$ $5{,}13 \cdot 10^{-12}$	2,26 6,76 11,29
H_3PO_4	kwas ortofosforowy(V)	1 2 3	$6{,}92 \cdot 10^{-3}$ $6{,}17 \cdot 10^{-8}$ $4{,}79 \cdot 10^{-13}$	2,16 7,21 12,32
H_4SiO_4	kwas ortokrzemowy (30 °C)	1 2 3 4	$1{,}26 \cdot 10^{-10}$ $1{,}58 \cdot 10^{-12}$ 10^{-12} 10^{-12}	9,9 11,8 12 12
H_2CO_3	kwas węglowy	1 2	$4{,}47 \cdot 10^{-7}$ $4{,}68 \cdot 10^{-11}$	6,35 10,33

Kwasy organiczne

$H_2C_2O_4$	kwas szczawiowy	1 2	$5{,}62 \cdot 10^{-2}$ $1{,}55 \cdot 10^{-4}$	1,25 3,81

Kwasy organiczne – cd.

Wzór kwasu	Nazwa	K_a	pK_a
HCOOH	kwas mrówkowy	$1{,}78 \cdot 10^{-4}$	3,75
CH_3COOH	kwas octowy	$1{,}75 \cdot 10^{-5}$	4,756
CH_3CH_2COOH	kwas propanowy	$1{,}35 \cdot 10^{-5}$	4,87
C_6H_5COOH	kwas benzoesowy	$6{,}25 \cdot 10^{-5}$	4,204
C_6H_5OH	fenol	$1{,}02 \cdot 10^{-10}$	9,99

Zasady

Wzór zasady	Nazwa	K_b	pK_b
NH_3	amoniak	$1{,}78 \cdot 10^{-5}$	4,75
CH_3NH_2	metanoamina	$4{,}57 \cdot 10^{-4}$	3,34
$CH_3CH_2NH_2$	etanoamina	$4{,}47 \cdot 10^{-4}$	3,35
$CH_3CH_2CH_2NH_2$	propano-1-amina	$3{,}47 \cdot 10^{-4}$	3,46
$(CH_3)_2NH$	*N*-metylometanoamina	$5{,}37 \cdot 10^{-4}$	3,27
$(CH_3)_3N$	*N,N*-dimetylometanoamina	$6{,}31 \cdot 10^{-5}$	4,20
$C_6H_5NH_2$	anilina	$7{,}41 \cdot 10^{-10}$	9,13

ŚREDNIE DŁUGOŚCI WIĄZAŃ W CZĄSTECZKACH W FAZIE GAZOWEJ

Wiązania pojedyncze		Wiązania wielokrotne	
Wiązanie	Długość, pm	Wiązanie	Długość, pm
Br–Br	228	C=C	134
C–C	153	C=O	121
Cl–Cl	199	N=O	118
H–H	74	O=O	121
I–I	267	S=O	148
O–H	96	N≡N	113
H–F	92	C≡C	120
H–Cl	128	C≡N	116
H–Br	141		
H–I	161		
C–O	142		
N–O	143		

Na podstawie: CRC Handbook of Chemistry and Physics 97. Edition, CRC Press 2017

Strona 9 z 20



ŚREDNIE DŁUGOŚCI WIĄZAŃ W CZĄSTECZKACH W FAZIE GAZOWEJ

Wiązania pojedyncze		Wiązania wielokrotne	
Wiązanie	Długość, pm	Wiązanie	Długość, pm
Br–Br	228	C=C	134
C–C	153	C=O	121
Cl–Cl	199	N=O	118
H–H	74	O=O	121
I–I	267	S=O	148
O–H	96	N≡N	113
H–F	92	C≡C	120
H–Cl	128	C≡N	116
H–Br	141		
H–I	161		
C–O	142		
N–O	143		



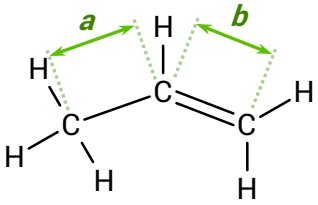
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

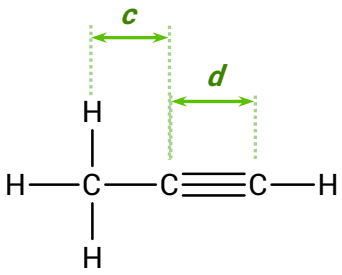
TRENING

ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10763

Poniżej przedstawiono wzory strukturalne dwóch węglowodorów – propenu i propynu. Wskazano cztery wiązania i oznaczono je symbolami ***a***, ***b***, ***c*** i ***d***.





Przypisz wskazanym wiązaniom odpowiednią długość. Odpowiednie wartości wybierz spośród podanych poniżej. Jedną wartość długości wiązania należy użyć dwukrotnie.

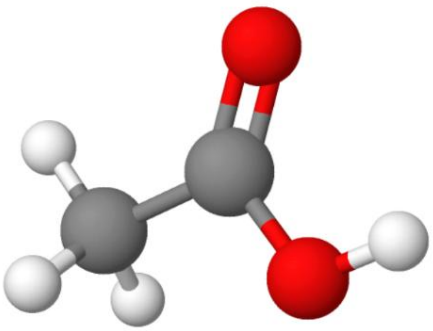
120 pm • 150 pm • 133 pm

a = ... ***b*** = ... ***c*** = ... ***d*** = ...

ZADANIE 2. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10764

Poniżej przedstawiono model przestrzenny cząsteczki kwasu octowego (etanowego).



Korzystając z odpowiednich źródeł przypisz każdemu wiązaniu odpowiadającą mu długość. Odpowiednie wartości wybierz spośród podanych poniżej. Jedną wartość długości wiązania należy użyć trzykrotnie.

97 pm • 110 pm • 136 pm • 152 pm • 121 pm



ZADANIE 3. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10765

Wyjaśnij, dlaczego wiązanie węgiel–węgiel w cząsteczce etanu jest dłuższe niż wiązanie węgiel–węgiel w cząsteczce etenu. Odwołaj się do budowy elektronowej cząsteczek obu związków.

.....

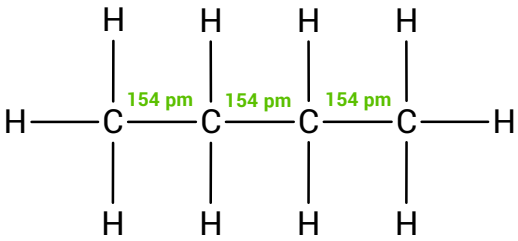
.....

.....

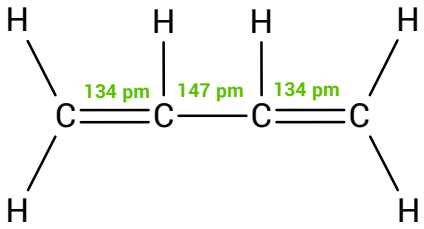
ZADANIE 4. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10766

Poniżej przedstawiono wzory strukturalne dwóch węglowodorów: butanu i buta-1,3-dienu wraz z zaznaczonymi długościami wiązań węgiel-węgiel w cząsteczkach tych związków.

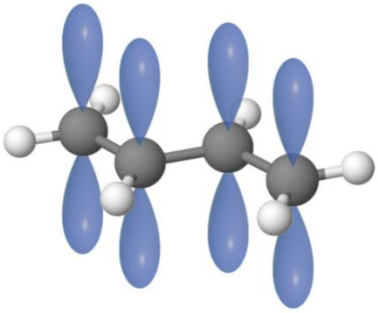


butan



buta-1,3-dien

Poniżej przedstawiono model cząsteczki buta-1,3-dienu z zaznaczonymi niezhybrydyzowanymi orbitalami walencyjnymi atomów węgla.



Wyjaśnij, dlaczego wiązanie pomiędzy atomami węgla C2–C3 w cząsteczce buta-1,3-dienu jest krótsze niż wiązanie pomiędzy atomami węgla C2–C3 w cząsteczce butanu. Odnieś się do budowy elektronowej cząsteczek obu związków.

.....

.....

.....



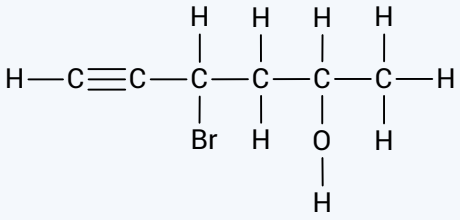
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

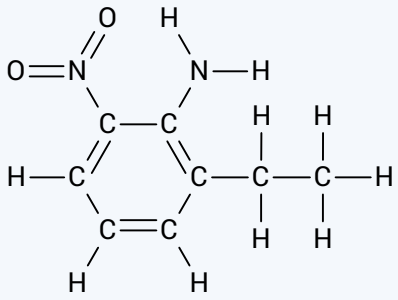
D11.A.3

WZORY ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH

Wzór strukturalny

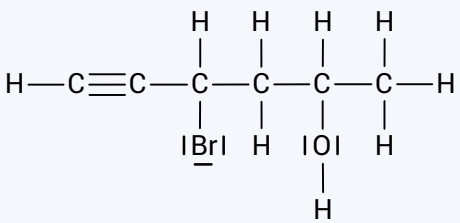
- **Graficzny zapis struktury cząsteczki, w którym przedstawia się wszystkie wiązania między atomami, odpowiadające klasycznie rozumianej wartościowości atomów.**
- **Wolne pary elektronowe zazwyczaj się pomija.**
- **Nie trzeba oznaczać charakteru elektronowego wiązań tzn. wiązań donorowo-akceptorowych.**

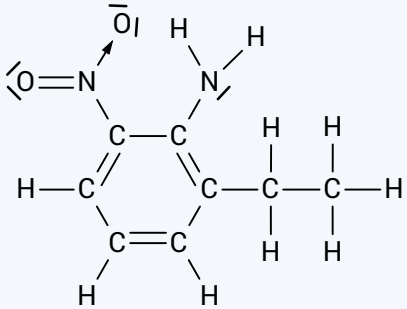




Wzór elektronowy

- **Graficzny zapis struktury cząsteczki, w którym przedstawia się rozmieszczenie elektronów walencyjnych atomów**
- **Przedstawia wszystkie wiązania chemiczne oraz wolne pary elektronowe (a w rodnikach – pojedyncze elektrony).**
- **Uwzględnia charakter elektronowy wiązań, w tym wiązania donorowo-akceptorowe (koordynacyjne).**



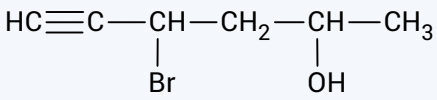




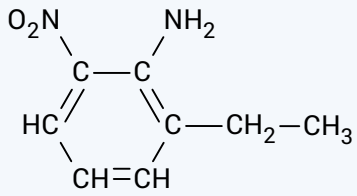
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Wzór półstrukturalny (grupowy)

- **Graficzny zapis budowy cząsteczki związku organicznego, w którym przedstawia się połączenia między atomami węgla z uwzględnieniem krotności wiązań węgiel–węgiel (C–C, C=C, C≡C); dopuszcza się pominięcie pojedynczych wiązań pojedynczych C–C w łańcuchach węglowych.**
- **Zawiera sumaryczny zapis otoczenia każdego atomu węgla – pomija się wiązania C–H.**
- **Wiązanie atom węgla–heteroatom można zaznaczyć, ale nie jest to konieczne; gdy wiązanie węgiel–grupa funkcyjna nie zostanie zaznaczone, grupę zapisuje się w nawiasie (np. $CH_3–CH(OH)–CH_3$).**

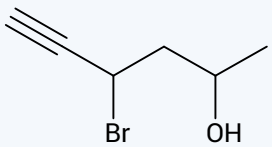


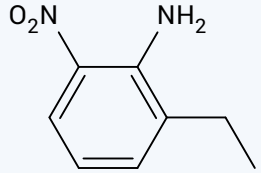
$HC{\equiv}CCHBrCH_2CH(OH)CH_3$



Wzór szkieletowy

- **Graficzny zapis budowy cząsteczki związku organicznego, w którym pomija się symbole atomów węgla i połączonych z nimi atomów wodoru.**
- **Szkielet węglowy rysuje się w postaci łamanej, której węzły i końce odpowiadają atomom węgla. Wyjątkiem jest fragment R–C≡C–R, które ze względu na geometrię rysuje się w jednej linii.**
- **Zapisuje się symbole heteroatomów.**



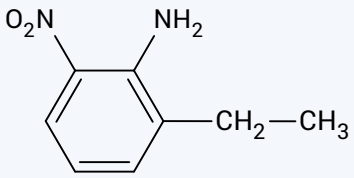




Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Wzór uproszczony (mieszany)

- **Hybrydowy zapis budowy cząsteczki związku organicznego: część struktury przedstawia się wzorem szkieletowym, a część – wzorem półstrukturalnym lub strukturalnym.**
- **Szczególnie przydatny w przypadku związków z pierścieniami cyklicznymi.**
- **W praktyce: pierścienie rysuje się w postaci szkieletowej, a fragmenty niepierścieniowe – półstrukturalnie.**



Wzór sumaryczny (rzeczywisty)

- **Zapis, który podaje dokładną liczbę atomów każdego pierwiastka w jednej cząsteczce związku organicznego.**
- **Nie informuje o strukturze związku chemicznego, dlatego dany wzór może odpowiadać różnym związkom chemicznym.**
- **Zgodnie z konwencją Hilla – we wzorze sumarycznym symbole pierwiastków umieszcza się w kolejności C, H a następnie heteroatomy wymienia się alfabetycznie.**

C_6H_9BrO $C_8H_{10}N_2O_2$



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Wzór empiryczny

Zapis, który uwzględnia stosunek atomów każdego pierwiastka w jednej cząsteczce związku organicznego wyrażony najmniejszymi liczbami całkowitymi.

C_6H_9BrO C_4H_5NO



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com



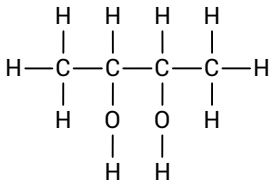
TRENING

ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10769

Dla każdego związku chemicznego narysuj brakujący wzór strukturalny, półstrukturalny i szkieletowy. Napisz wzór rzeczywisty i empiryczny.

ZWIĄZEK 1.

Wzór strukturalny		Wzór rzeczywisty	Wzór empiryczny
			
Wzór półstrukturalny	**Wzór szkieletowy**		

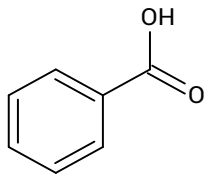
ZWIĄZEK 2.

Wzór strukturalny		Wzór rzeczywisty	Wzór empiryczny
Wzór półstrukturalny	**Wzór szkieletowy**		
$H_2N—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—NH_2$			

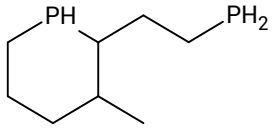


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZWIĄZEK 3.

Wzór strukturalny		Wzór rzeczywisty	Wzór empiryczny
Wzór półstrukturalny	**Wzór szkieletowy**		
			

ZWIĄZEK 4.

Wzór strukturalny		Wzór rzeczywisty	Wzór empiryczny
Wzór półstrukturalny	**Wzór szkieletowy**		
			

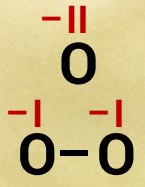


D11.A.4

STOPNIE UTLENIENIA

Przypomnienie

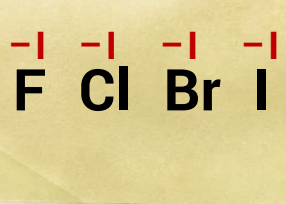
Atomy tlenu
w związkach organicznych



Atomy wodoru
związane z atomem niemetalu w związkach organicznych

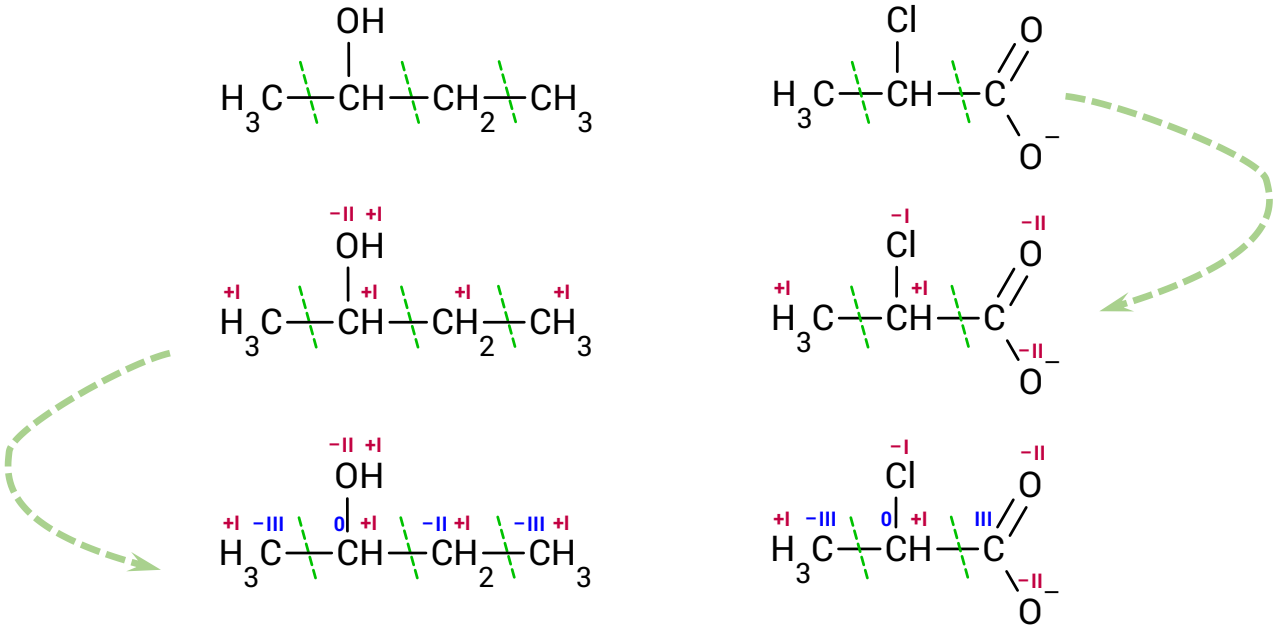


Atomy halogenu
w związkach organicznych



Metoda fragmentacji

Do określenia stopni utlenienia atomów pierwiastków w strukturach organicznych stosuje się metodę fragmentacji. Strukturę organiczną dzieli się na jednostki formalne – tnąc wiązania C–C. Suma stopni utlenienia w wyszczególnionej jednostce formalnej jest równa ładunkowi tej jednostki.



W kolejnych notatkach zapoznasz się ze sposobami określania stopni utleniania atomów pierwiastków w związkach, dla których powyższe reguły nie są skuteczne.



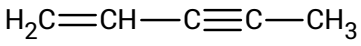
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

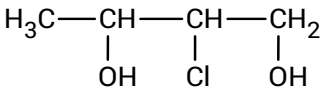
TRENING

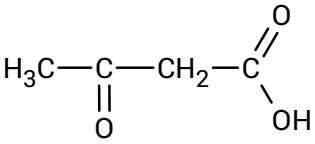
ZADANIE 1. zadanie autorskie

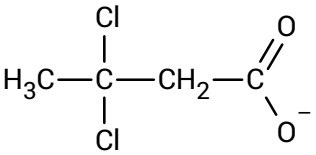
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10771

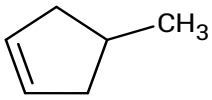
Określ wartości formalnych stopni utlenienia atomów węgla w przedstawionych związkach i jonach.

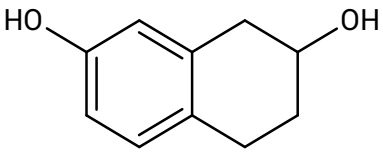














Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

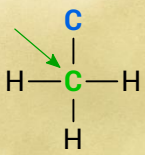
D11.A5

RZĘDOWOŚĆ

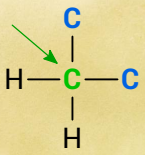
Rzędowość atomów węgla C_{sp^3}

Rzędowość rozważanego atomu węgla jest równa liczbie wiązań, które tworzy on z innymi atomami tego pierwiastka chemicznego. Rzędowość określa się zwykle dla atomów węgla, których orbitalom przypisuje się hybrydyzację sp^3.

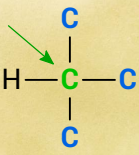
I-rzędowy atom węgla



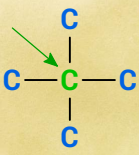
II-rzędowy atom węgla



III-rzędowy atom węgla



IV-rzędowy atom węgla

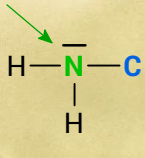


Uwaga! Dla atomu węgla w cząsteczce metanu CH_4 przypisuje się rzędowość równą zero albo nie przypisuje się żadnej rzędowości.

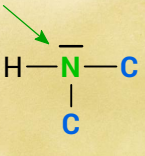
Rzędowość atomów azotu N_{sp^3}

Rzędowość rozważanego atomu azotu jest równa liczbie wiązań, które tworzy on z atomami węgla. Rzędowość określa się zwykle dla atomów azotu, których orbitalom przypisuje się hybrydyzację sp^3.

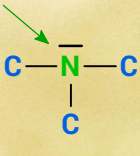
I-rzędowy atom azotu



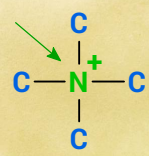
II-rzędowy atom azotu



III-rzędowy atom azotu



IV-rzędowy atom azotu





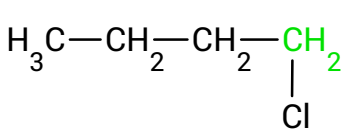
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Rzędowość związków chemicznych

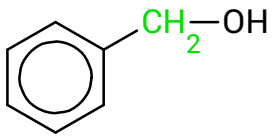
Rzędowość można określać dla różnych związków chemicznych, takich jak fluorowcopochodne węglowodorów, alkohole czy aminy. W takich przypadkach ustala się ją na podstawie rzędowości atomu węgla związanego z atomem fluorowca lub z grupą hydroksylową, a w przypadku amin – na podstawie rzędowości atomu azotu.

Przykłady związków

Przykłady związków I-rzędowych

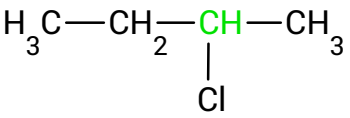


1-chlorobutan

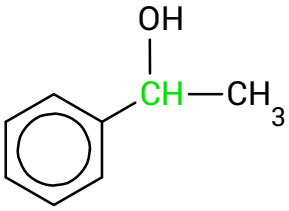


alkohol benzylowy

Przykłady związków II-rzędowych

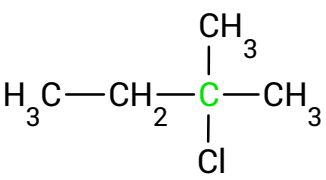


2-chlorobutan

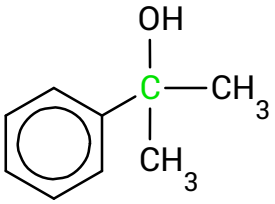


1-fenyloetan-1-ol

Przykłady związków III-rzędowych



2-chloro-2-metylobutan



2-fenylopropan-2-ol



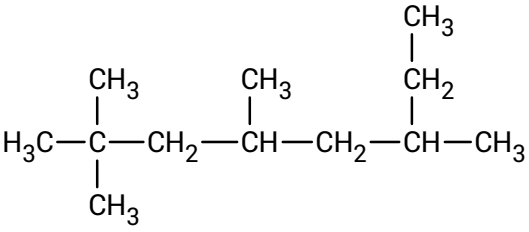
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

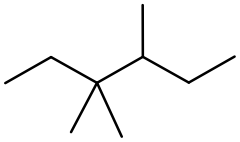
TRENING

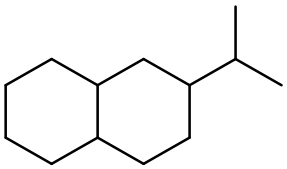
ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10773

Określ rzędowość poszczególnych atomów węgla w cząsteczkach przedstawionych węglowodorów nasyconych.







ZADANIE 2. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10774

Alkan to węglowodór, w którym nie występują wiązania π. Wzór ogólny alkanów to C_nH_{2n+2}.

Narysuj wzory półstrukturalne (grupowe) dowolnych alkanów, które spełniają następujące kryteria.

A. Cząsteczka alkanu zawiera 7 atomów węgla. Jeden z atomów tej cząsteczki jest czwartorzędowy i jeden – trzeciorzędowy.

B. Cząsteczka alkanu zawiera 8 atomów węgla, z czego jeden atom jest czwartorzędowy. Cząsteczka tego alkanu nie zawiera żadnego trzeciorzędowego atomu węgla.

C. Cząsteczka alkanu zawiera 5 atomów węgla, z których jeden występuje na 0 stopniu utlenienia.

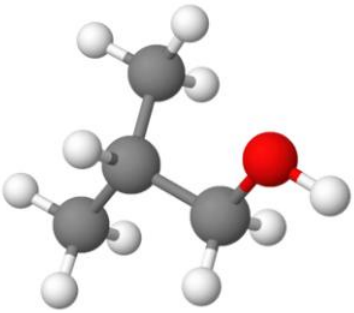


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

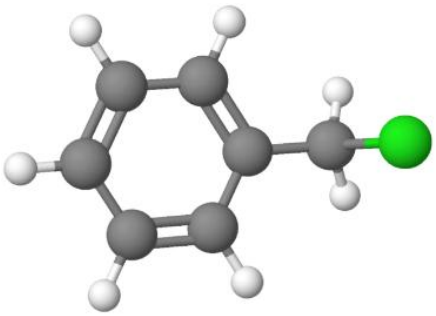
ZADANIE 3. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10775

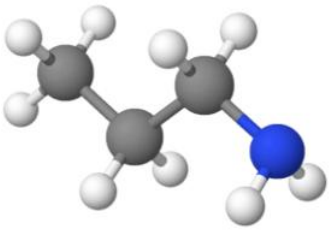
Określ rzędowość związków chemicznych, których modele cząsteczek przedstawiono poniżej.



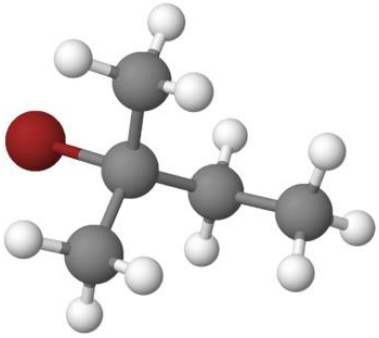
alkohol



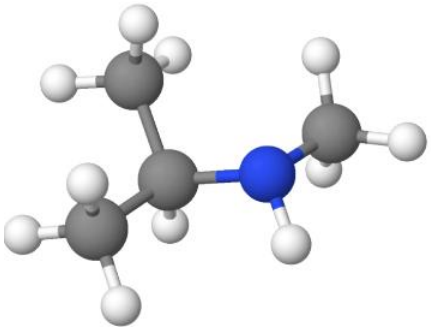
chloropochodna węglowodoru



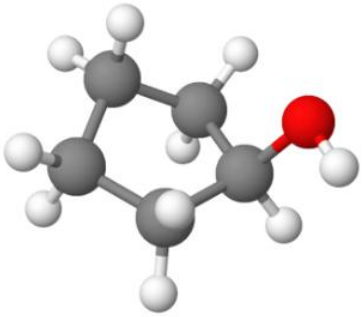
amina



bromopochodna węglowodoru



amina



alkohol



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

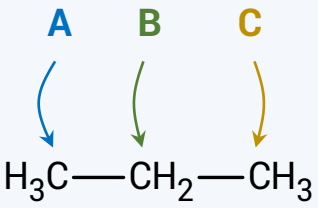
D11.A.6

RÓWNOCENNOŚĆ

Równocenność atomów to:

- nierozróżnialność atomów
- równoważność atomów.

Równocenne atomy mają jednakowe otoczenie i są nierozróżnialne. Atomy, które są względem siebie równocenne mają wszystkie cechy takie same.

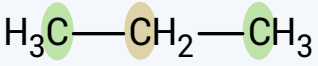


Atom węgla A i atom węgla C są równocenne, ponieważ każdy z nich jest połączony z trzema atomami wodoru oraz jednym atomem węgla. W związku z tym niczym się od siebie nie różnią.

Atom węgla A i atom węgla B nie są równocenne – atom A łączy się z trzema atomami wodoru, natomiast atom B z dwoma. Oznacza to, że różnią się między sobą.

Atom węgla B i atom węgla C nie są równocenne – atom B łączy się z dwoma atomami wodoru, a atom C – z trzema. To oznacza, że te atomy węgla różnią się od siebie.

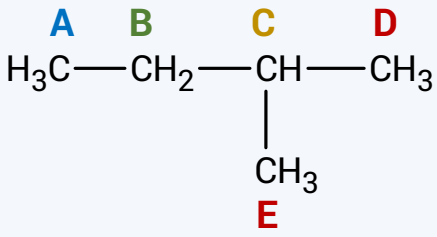
W przedstawionym związku znajdują się dwie grupy równocennych atomów węgla.



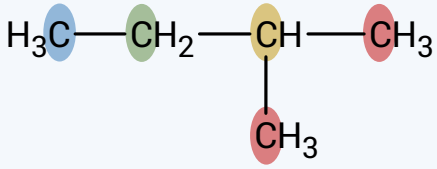


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

W związku, którego cząsteczkę przedstawiono poniżej:



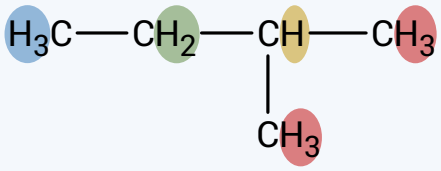
Znajdują się cztery grupy równocennych atomów węgla.



W cząsteczce występują trzy grupy CH_3, jednak:

- **atomy węgla D i E są równocenne – każdy z nich łączy się z trzema atomami wodoru oraz jednym atomem węgla ugrupowania CH. Nic nie różni tych dwóch atomów.**
- **atomy węgla A i D nie są równocenne – atom A łączy się z atomem węgla ugrupowania CH_2, natomiast atom D z atomem węgla ugrupowania CH, co stanowi różnicę między tymi dwoma atomami węgla.**

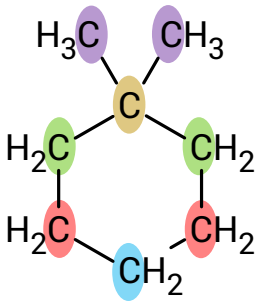
W przypadku atomów wodoru również można mówić o ich równocenności. W analizowanym związku znajdują się cztery grupy równocennych atomów wodoru.



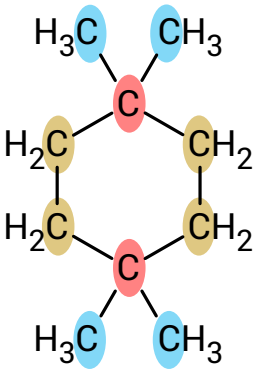


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Przykłady równocennych grup atomów węgla

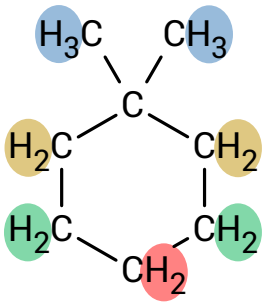


Pięć grup równocennych atomów węgla

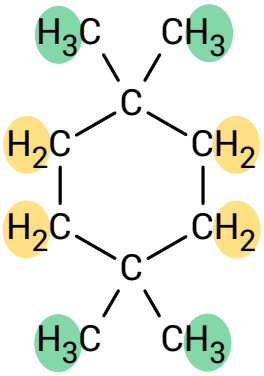


Trzy grupy równocennych atomów węgla

Przykłady równocennych grup atomów wodoru



Cztery grupy równocennych atomów wodoru



Dwie grupy równocennych atomów wodoru



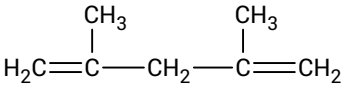
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

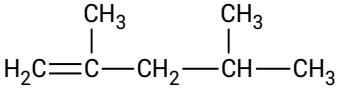
TRENING

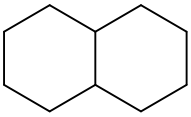
ZADANIE 1. zadanie autorskie

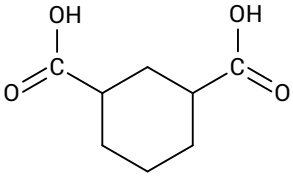
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10777

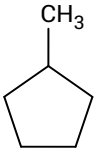
Zaznacz, rozróżniając kolorami, grupy równocennych atomów węgla.







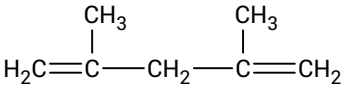


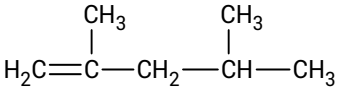


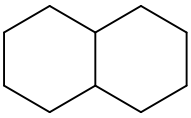
ZADANIE 2. zadanie autorskie

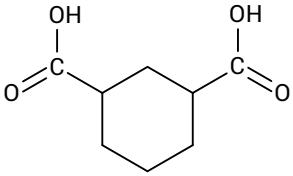
https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10905

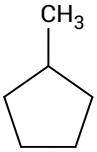
Zaznacz, rozróżniając kolorami, grupy równocennych atomów wodoru.













Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

GRUPY FUNKCYJNE

Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.A.7

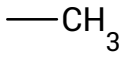
GRUPY FUNKCYJNE

Grupy węglowodorowe

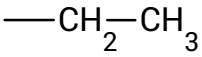
Należą do nich wszystkie grupy o wzorze ogólnym – C_xH_y.

Grupa alkilowa – grupa która powstała w wyniku odłączenia jednego atomu wodoru od cząsteczki alkanu. Ma wzór ogólny – C_nH_{2n+1}.

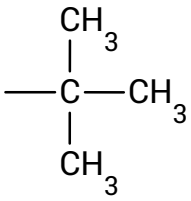
Przykłady grup alkilowych



grupa metylowa

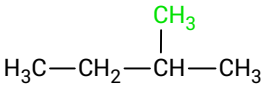


grupa etylowa

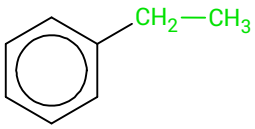


grupa *tert*-butylowa

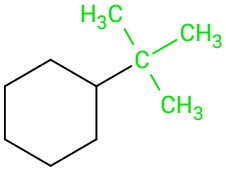
Przykłady związków



2-metylobutan



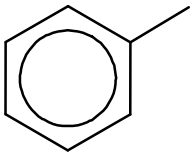
etylobenzen



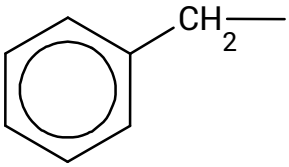
tert-butylocykloheksan

Grupy zawierające pierścień benzenowy

Przykłady grup

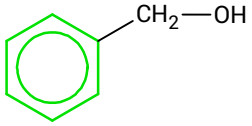


grupa fenylowa

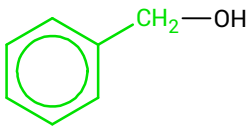


grupa benzylowa

Przykłady związków



fenylometanol
(systematycznie)



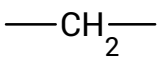
alkohol benzylowy
(zwyczajowo)



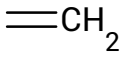
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Inne grupy węglowodorowe

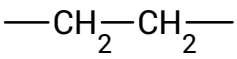
Przykłady grup



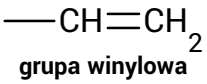
grupa metylenowa



grupa metylidenowa

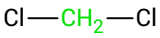


grupa etylenowa

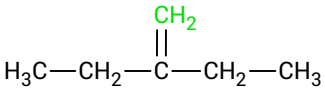


grupa winylowa

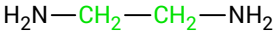
Przykłady związków



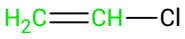
dichlorometan (systematycznie)
chlorek metylenu (zwyczajowo)



3-metylidenopentan



etano-1,2-diamina (systematycznie)
etylenodiamina (zwyczajowo)



chloroeten (systematycznie)
chlorek winylu (zwyczajowo)

Atom halogenu (atom fluorowca)

Przykłady grup



atom fluoru



atom chloru

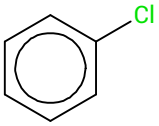


atom bromu

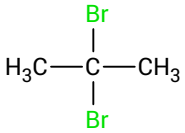


atom jodu

Przykłady związków



chlorobenzen



2,2-dibromopropan

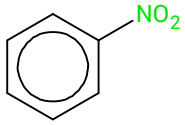


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Grupa nitrowa

—NO_2

Przykłady związków



nitrobenzen

Grupa hydroksylowa

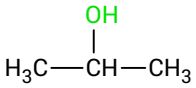
W cząsteczkach alkoholi związana jest z atomem węgla C_{sp^3}.

W cząsteczkach fenoli związana jest bezpośrednio z pierścieniem aromatycznym.

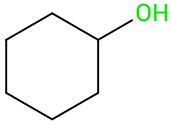
Może stanowić fragment innej grupy funkcyjnej, np. grupy karboksylowej.

—OH

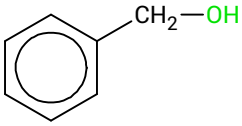
Przykłady alkoholi



propan-2-ol

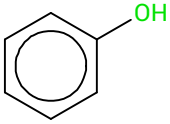


cykloheksanol

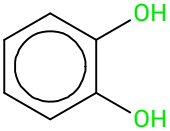


fenylometanol

Przykłady fenoli



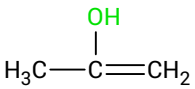
benzenol (fenol)



benzeno-1,2-diol

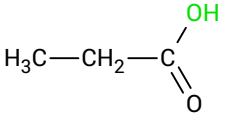
Przykłady innych związków zawierających grupę –OH

przykład enolu



prop-1-en-2-ol

przykład kwasu karboksylowego



kwas propanowy



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Grupa karbonylowa

Często stanowi fragment innej grupy funkcyjnej. Gdy grupa karbonylowa związana jest z:

- atomem wodoru to jest to grupa aldehydowa (formylowa)

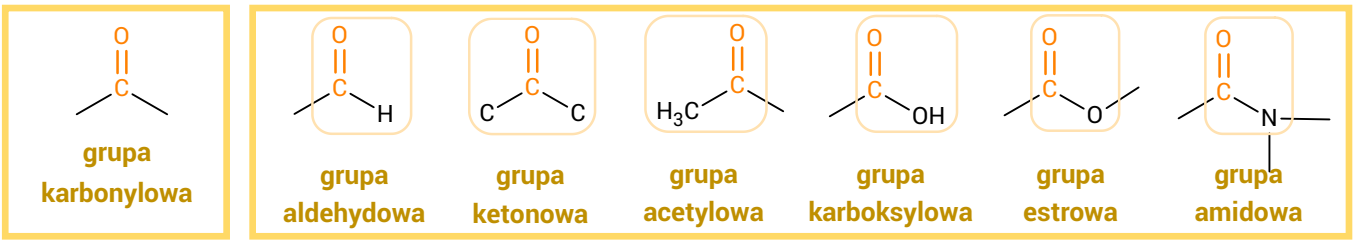
- dwoma atomami węgla to jest to grupa ketonowa

- grupą hydroksylową to jest to grupa karboksylowa

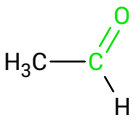
- grupą metylową to jest to grupa acetylowa

- grupą aminową to jest to grupa amidowa

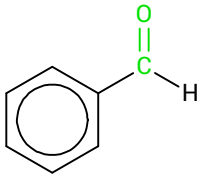
Grupa karbonylowa wchodzi również w skład cząsteczek estrów kwasów karboksylowych.



Przykłady aldehydów

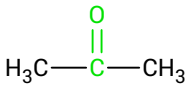


etanal (acetaldehyd)

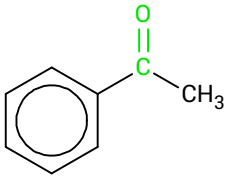


benzenokarboaldehyd (benzaldehyd)

Przykłady ketonów



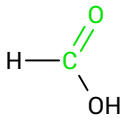
propanon



1-fenyloetanon

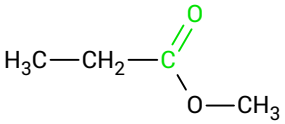
Przykłady innych związków, które zawierają grupę karbonylową

kwas karboksylowy



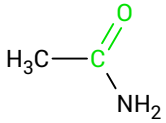
kwas mrówkowy (metanowy)

ester



propanian metylu

amid



acetamid

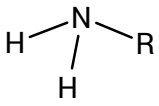


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Grupa aminowa

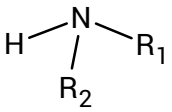
Można wyróżnić grupę aminową I-rzędową, II-rzędową i III-rzędową.

Grupę aminową zawierają m.in. aminy oraz amidy.



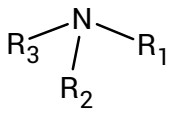
R – grupa węglowodorowa

grupa aminowa I-rzędowa



R_1, R_2 – grupy węglowodorowe

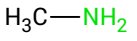
grupa aminowa II-rzędowa



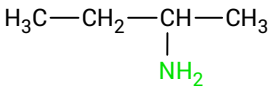
R_1, R_2, R_3 – grupy węglowodorowe

grupa aminowa III-rzędowa

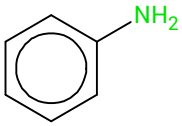
Przykłady amin I-rzędowych



metanoamina

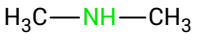


butano-2-amina

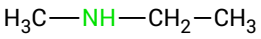


anilina

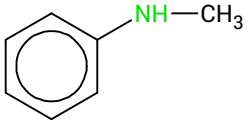
Przykłady amin II-rzędowych



***N*-metylometanoamina**

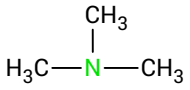


***N*-metyloetanoamina**

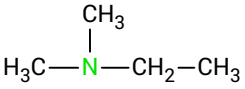


***N*-metyloanilina**

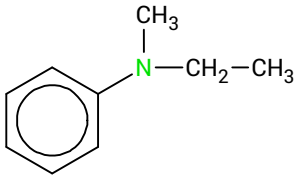
Przykłady amin III-rzędowych



***N,N*-dimetylometanoamina**

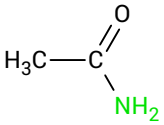


***N,N*-dimetyloetanoamina**

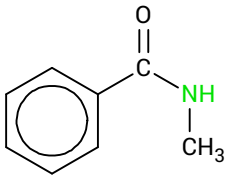


***N*-etylo-*N*-metyloanilina**

Przykłady amidów



acetamid



***N*-metylobenzamid**

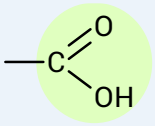
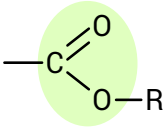
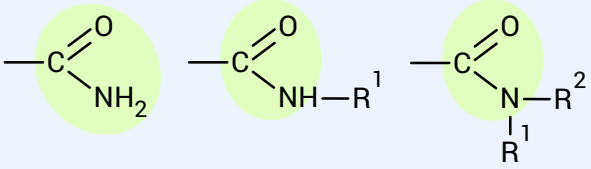
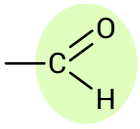
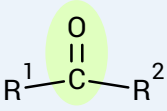
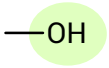
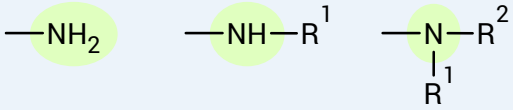
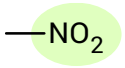
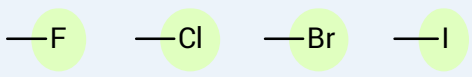


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

D11.A.7

HIERARCHIA GRUP FUNKCYJNYCH

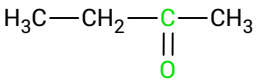
W przypadku obecności kilku grup funkcyjnych w związku organicznym, jego klasyfikację określa hierarchia grup. O przynależności związku decyduje grupa funkcyjna o najwyższej pozycji w tej hierarchii.

Hierarchia	Grupa funkcyjna		Klasa związku chemicznego
	Nazwa	Wzór	
	Grupa karboksylowa		Kwasy karboksylowe
	Grupa estrowa		Estry
	Grupa amidowa		Amidy
	Grupa aldehydowa		Aldehydy
	Grupa ketonowa		Ketony
	Grupa hydroksylowa		Alkohole lub fenole
	Grupa aminowa		Aminy
	Grupa nitrowa		Związki nitrowe
	Atom fluorowca		Fluorowcopochodne węglowodorów



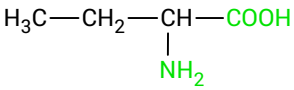
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

Przykłady



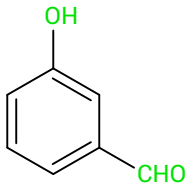
butanon

Ten związek należy do grupy ketonów, ponieważ poza fragmentem węglowodorowym zawiera wyłącznie grupę ketonową.



kwas 2-aminobutanowy

W cząsteczce poza fragmentem węglowodorowym znajduje się grupa aminowa oraz grupa karboksylowa. Grupa karboksylowa znajduje się wyżej w hierarchii niż grupa aminowa, dlatego przedstawiony związek należy do grupy kwasów karboksylowych.



3-hydroksybenzenokarboaldehyd (3-hydroksybenzaldehyd)

W cząsteczce poza fragmentem węglowodorowym znajduje się grupa aldehydowa oraz grupa hydroksylowa. Grupa aldehydowa znajduje się wyżej w hierarchii niż grupa hydroksylowa, dlatego przedstawiony związek należy do grupy aldehydów.

Uwaga! Hierarchia podstawników a ich ważność to dwa odrębne pojęcia. Hierarchia podstawników dotyczy wyłącznie klasyfikacji związku i służy do ustalania jego nazwy. Z kolei ważność podstawników odnosi się do stereochemii i jest wykorzystywana przy ustalaniu konfiguracji stereoizomerów.

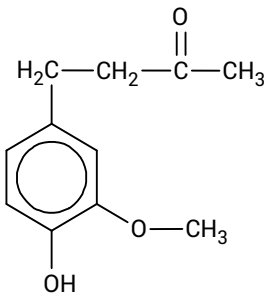


TRENING

ZADANIE 1. CKE, styczeń 2009 (matura próbna)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10781

Imbir stosowany jest w medycynie naturalnej np. do leczenia przeziębień. Za ostry zapach imbiru i jego właściwości lecznicze odpowiedzialne są różne związki, między innymi zingeron o wzorze:



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W cząsteczce zingeronu występuje grupa karbonylowa.	P	F
2.	W cząsteczce zingeronu znajduje się grupa estrowa.	P	F

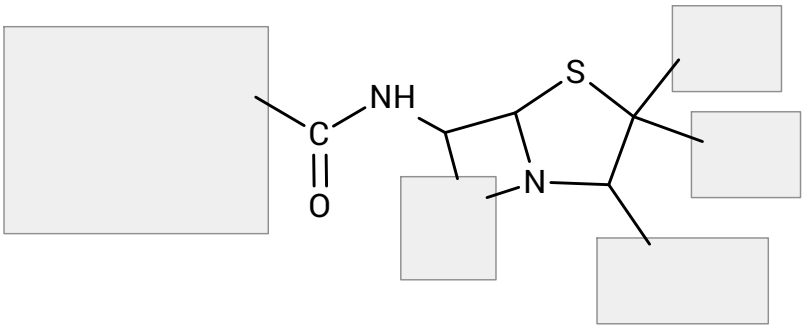
ZADANIE 2. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10782

W cząsteczce penicyliny G znajduje się wiele grup funkcyjnych, m.in.:

- grupa karbonylowa, której atom węgla znajduje się w czteroatomowym pierścieniu
- grupa benzylowa związana z grupą amidową
- dwie grupy metylowe związane z tym samym atomem węgla
- grupa karboksylowa związana z pięcioczłonowym pierścieniem.

Dokończ poniższy schemat tak, aby przedstawiał wzór uproszczony penicyliny G.





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIA PRZEKROJOWE

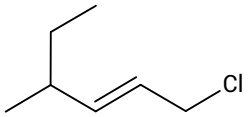
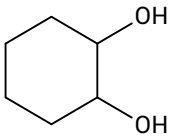
Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIA PRZEKROJOWE

ZADANIE 1. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10800

Poniżej przedstawiono wzór związku chemicznego X oraz wzór związku chemicznego Y.

Związek chemiczny X	Związek chemiczny Y
	

A. Narysuj wzór półstrukturalny związku chemicznego X oraz związku chemicznego Y.

Wzór półstrukturalny związku chemicznego X	Wzór półstrukturalny związku chemicznego Y

B. Napisz wzór rzeczywisty i wzór empiryczny związku chemicznego X oraz związku chemicznego Y.

	Związek chemiczny X	Związek chemiczny Y
Wzór rzeczywisty		
Wzór empiryczny		

C. Określ prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

W cząsteczce związku X znajduje się tylko jedno wiązanie typu σ.	**P**	**F**
W cząsteczce związku Y orbitalom walencyjnym obu atomów węgla związanych z grupami hydroksylowymi przypisuje się hybrydyzację sp^3.	**P**	**F**

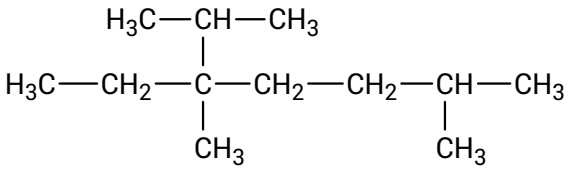


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIE 2. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10801

Poniżej przedstawiono wzór pewnego związku chemicznego.



A. Narysuj wzór szkieletowy przedstawionego związku chemicznego.

B. Określ liczbę atomów węgla w cząsteczce przedstawionego związku o wskazanej rzędowości.

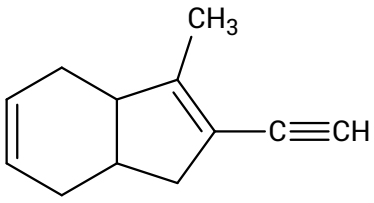
I° – ..... II° – ..... III° – ..... IV° – .....

ZADANIE 3. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10802

Na poniższym wzorze pewnego węglowodoru wskaż:

- **atomy węgla których orbitalom walencyjnym przypisuje się hybrydyzację *sp***
- **dwie odrębne grupy atomów węgla, które leżą w jednej płaszczyźnie.**





Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

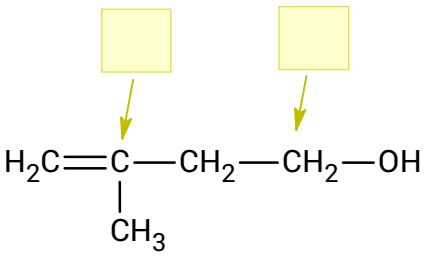
ZADANIE 4. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10803

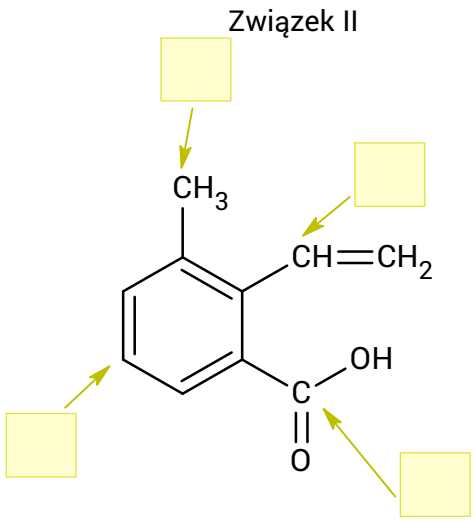
Poniżej przedstawiono wzory dwóch związków.

A. Określ hybrydyzację orbitali walencyjnych atomów węgla wskazanych strzałkami.

Związek I

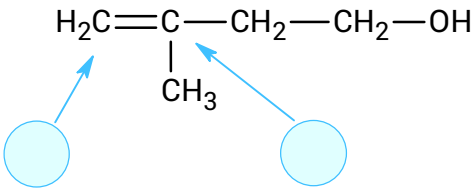


Związek II

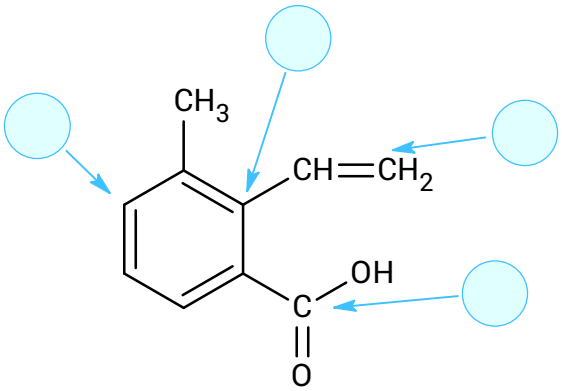


B. Określ wartość formalnych stopni utlenienia atomów węgla wskazanych strzałkami.

Związek I



Związek II



C. Zidentyfikuj grupę związków dla każdego przykładu.

Związek I: ..... Związek II: .....

ZADANIE 5. CKE, maj 2005

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10804

W związkach organicznych atomy węgla występują na różnych stopniach utlenienia.

Określ stopnie utlenienia podkreślonych atomów węgla w cząsteczkach, których wzory podano w tabeli.

Wzór grupowy związku	$\underline{C}H_4$	$\underline{C}H_3OH$	H$\underline{C}$HO	$CH_3\underline{C}HO$
Stopień utlenienia				

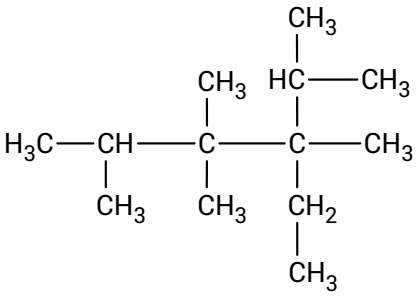


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIE 6. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10805

Poniżej przedstawiono wzór pewnego związku chemicznego.



A. Wpisz liczbę atomów węgla o danej rzędowości w cząsteczce opisanego związku.

I° – ..... II° – ..... III° – ..... IV° – .....

B. Wpisz liczbę atomów węgla, którym przypisuje się wskazany formalny stopień utlenienia.

–III: ..... –II: ..... –I: ..... 0: ..... I: ..... II: ..... III: .....

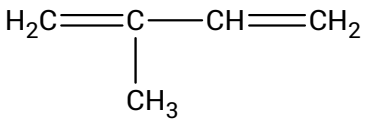
C. Wpisz liczbę atomów węgla, których orbitalom walencyjnym przypisuje się wskazany typ hybrydyzacji.

sp: ..... sp^2: ..... sp^3: .....

ZADANIE 7. CKE, maj 2006

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10806

Określ liczbę wiązań typu σ i typu π między atomami węgla w cząsteczce związku o następującym wzorze:



Liczba wiązań typu σ: ..... Liczba wiązań typu π: .....



Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIE 8. zadanie autorskie

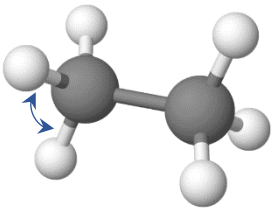
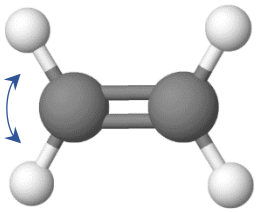
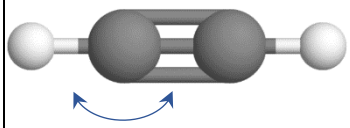
W tabeli przedstawiono modele cząsteczek trzech związków chemicznych – etanu, etenu i etynu.

Wybierz odpowiednie informacje spośród podanych poniżej i uzupełnij tabelę. Określ typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomów węgla oraz liczbę wiązań typu σ i typu π, które występują w cząsteczkach tych związków.

Długość wiązania pomiędzy atomami węgla: 134 pm • 153 pm • 120 pm

Wartość kąta: 120° • 180° • 111° • 92°

Budowa: liniowa • płaska • przestrzenna

Model			
Długość wiązania pomiędzy atomami węgla			
Wartość zaznaczonego kąta			
Budowa			
Hybrydyzacja			
Liczba wiązań σ			
Liczba wiązań π			

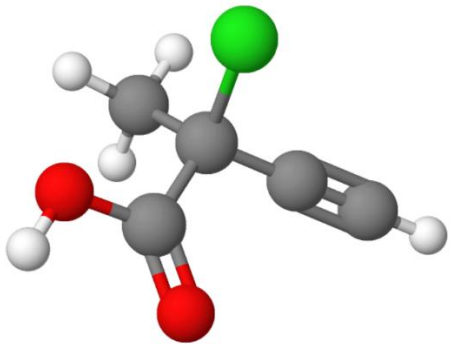


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIE 9. zadanie autorskie

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10808

Poniżej przedstawiono model przestrzenny cząsteczki pewnego związku organicznego. Heteroatomy oznaczono innymi kolorami niż szary i biały. Kolorem czerwonym oznaczono atomy tlenu, a kolorem zielonym – atom chloru.



A. Narysuj wzór półstrukturalny i wzór szkieletowy przedstawionego związku chemicznego.

Wzór półstrukturalny
Wzór szkieletowy

B. Określ prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Atom węgla związany z atomem chloru jest atomem III-rzędowym.	**P**	**F**
Stopień utlenienia atomu węgla związanego z atomem chloru wynosi 0.	**P**	**F**
Dla orbitali walencyjnych atomu węgla związanego z atomami tlenu przyjmuje się hybrydyzację sp^3.	**P**	**F**

C. Napisz ile wiązań typu σ i π znajduje się w cząsteczce przedstawionego związku.

Liczba wiązań typu σ: ..... Liczba wiązań typu π: .....

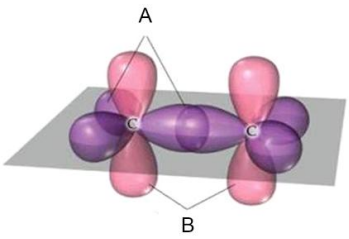


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

ZADANIE 10. zadanie autorskie

Na poniższych schematach przedstawiono sposób tworzenia się wiązań w cząsteczce etenu.

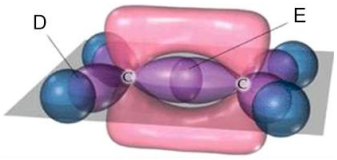
Schemat I



Schemat II



Schemat III



Uzupełnij poniższe zdania – wybierz i podkreśl jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Na schemacie I przedstawiono sposób **(bocznego / czołowego)** nałożenia się orbitali **(atomowych / cząsteczkowych)** oznaczonych symbolem A. Tym orbitalom przypisuje się hybrydyzację typu **(*sp* / *sp*^{2} / *sp*^{3})**. Konsekwencją nałożenia się wskazanych orbitali jest powstanie wiązania typu **(sigma / pi)**. Symbolem B oznaczono orbitale **(zhybrydyzowane / niezhybrydyzowane)**.

Na schemacie II przedstawiono sposób **(bocznego / czołowego)** nałożenia się orbitali, co w konsekwencji prowadzi do powstania orbitalu cząsteczkowego oznaczonego symbolem C, który jest orbitalem **(σ / π / *sp* / *sp*^{2} / *sp*^{3})**.

Na schemacie III przedstawiono m.in. powstanie wiązań pomiędzy atomami węgla a atomami wodoru, których jeden z orbitali oznaczono symbolem D. To wiązanie tworzy się pomiędzy **(zhybrydyzowanym / niezhybrydyzowanym)** orbitalem atomu węgla, a orbitalem **(*s* / *p*)** atomu wodoru.

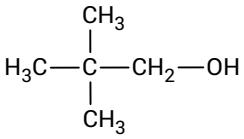


Julia Kasbrylak juliakasbrylak@gmail.com

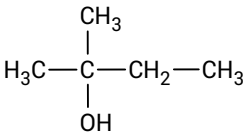
ZADANIE 11. CKE, maj 2009

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10810

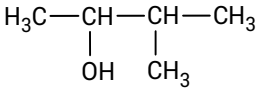
Poniżej przedstawiono wzory grupowe czterech wybranych izomerów pentanolu.



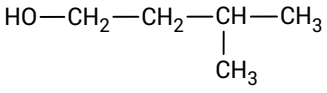
I



II



III



IV

Określ rzędowość alkoholi I, II, III i IV.

Rzędowość alkoholu			
I	II	III	IV

ZADANIE 12. CKE, czerwiec 2018 (formuła 2015)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10811

W poniższej tabeli zestawiono długości wiązania między atomami węgla w cząsteczkach etanu, etenu i etynu.

Węglowodór	etan	eten	etyn
Długość wiązania, pm	154	133	120

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2000.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

W cząsteczce etanu przyjmuje się dla orbitali walencyjnych atomów węgla hybrydyzację typu **(*sp* / *sp*^{2} / *sp*^{3})**. Kąt między wiązaniami wytworzonymi przez każdy atom węgla w cząsteczce etenu jest bliski **(109° / 120° / 180°)**, a w cząsteczce etynu ten kąt jest równy **(109° / 120° / 180°)**. Wiązanie węgiel–węgiel jest tym krótsze, im **(mniejsza / większa)** jest jego krotność.



ZADANIE 13. CKE, czerwiec 2012

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10812

Pewien węglowodór ma wzór sumaryczny C_5H_{10}. W tabeli podano informacje dotyczące cząsteczki tego węglowodoru.

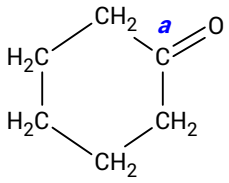
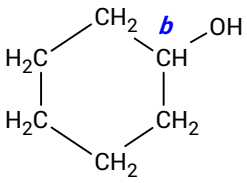
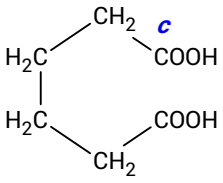
Liczba wiązań		Liczba atomów węgla			
σ	π	I-rzędowych	II-rzędowych	III-rzędowych	IV-rzędowych
15	0	1	3	1	0

Korzystając z zawartych w tabeli informacji dotyczących budowy cząsteczki tego węglowodoru, przedstaw jego wzór półstrukturalny (grupowy).

ZADANIE 14. CKE, maj 2017 (formuła 2015)

https://samurajchemiczny.elms.pl/next/public/lesson/10813

Poniżej przedstawiono wzory: cykloheksanonu, cykloheksanolu i kwasu adypinowego.
Literami ***a***, ***b*** i ***c*** oznaczono wybrane atomy węgla.

		
cykloheksanon	cykloheksanol	kwas adypinowy

Uzupełnij tabelę. Określ formalne stopnie utlenienia oraz typ hybrydyzacji (*sp*, *sp*^{2}, *sp*^{3}) orbitali walencyjnych atomów węgla oznaczonych w podanych wzorach literami *a*, *b* i *c*.

Atom węgla w cząsteczce	cykloheksanonu	cykloheksanolu	kwasu adypinowego
	a	***b***	***c***
Stopień utlenienia			
Typ hybrydyzacji			

