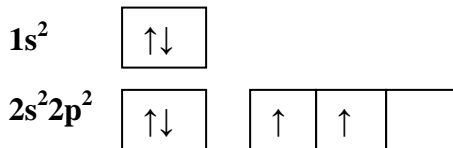


Materiał powtórzeniowy do sprawdzianu - węglowodory nasycone - alkany + przykładowe zadania

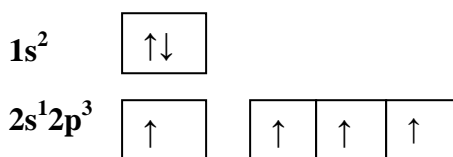
I. Atom węgla w związkach organicznych i jego rzędowość

1. Hybrydyzacja atomu węgla

a) konfiguracja elektronowa atomu węgla w stanie podstawowym:

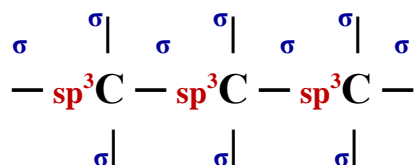


b) konfiguracja w stanie wzbudzonym - w wyniku oddziaływania atomu węgla z atomem innego pierwiastka elektron z orbitalu atomowego $2s^2$ przechodzi na orbital $2p$:

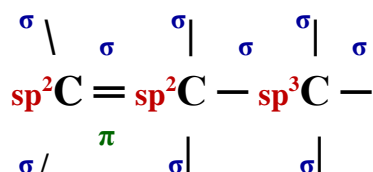


c) stany zhybrydyzowane - jest to postulat (operacja matematyczna na funkcjach falowych opisujących stany kwantowe - elektrony) wyjaśniający równocześnie pod względem energii i długości wiązań chemicznych tworzonych przez atom C

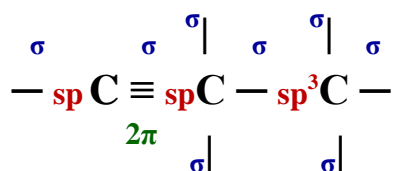
- **Hybrydyzacja sp^3 (tetraedryczna)** - 1 elektron z orbitalu $2s$ i 3 elektrony z orbitalu $2p$ **tworzą 4 nowe orbitale** zhybrydyzowane (pośrednie) **typy sp^3** , które przestrzenie są ustawione w stosunku do siebie pod kątem $109^\circ 28'$ - są skierowane do narożników czworościanu foremnego. Atom węgla tworzy cztery wiązania pojedyncze sigma (σ)



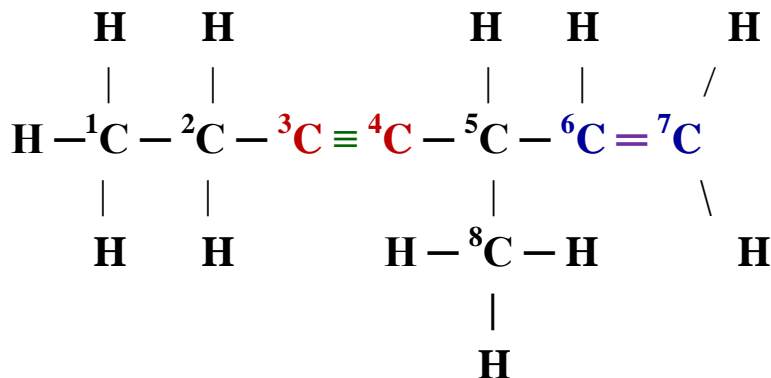
- **Hybrydyzacja sp^2 (trygonalna)** - 1 elektron z orbitalu $2s$ i 2 elektrony z orbitalu $2p$ **tworzą 3 nowe orbitale** zhybrydyzowane (pośrednie) **typy sp^2** , które przestrzenie są ustawione w stosunku do siebie pod kątem 120° - są skierowane do narożników trójkąta równoramiennego, czyli leżą w jednej płaszczyźnie, 3 elektron z orbitalu $2p$ nie bierze udziału w hybrydyzacji, jest skierowany prostopadle do płaszczyzny w której znajdują się 3 orbitale sp^2 . Orbitale hybrydyzowane sp^2 tworzą wiązania pojedyncze sigma (σ), natomiast niehybrydyzowany orbital $2p$ utworzy wiązanie pi (π) z drugim atomem C (lub innego pierwiastka O, N).



- **Hybrydyzacja sp (diagonalna)** - 1 elektron z orbitalu 2s i 1 elektron z orbitalu 2p **tworzą 2 nowe orbitale** zhybrydyzowane (pośrednie) **typy sp**, które przestrzenie są ustawione w stosunku do siebie pod kątem 180°- leżą liniowo na jednej osi, 2 elektrony z orbitali 2p nie biorą udziału w hybrydyzacji, orbitale są skierowane prostopadłe do osi w której znajdują się 2 orbitale sp. Orbitale hybrydyzowane sp tworzą wiązania pojedyncze sigma (σ), natomiast niehybrydyzowane orbitale 2p utworzą wiązania pi (π) z drugim atomem C.



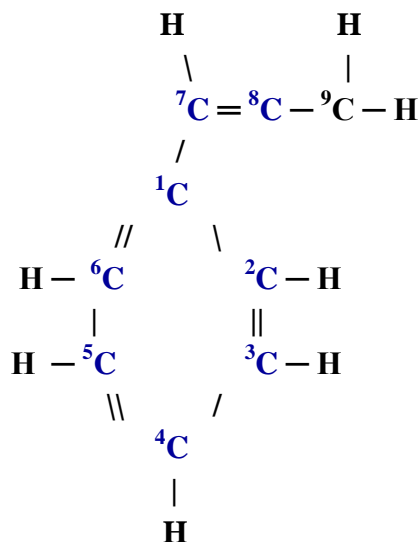
Zad1. Dla poniższej cząsteczki węglowodoru, dla każdego atomu C w cząsteczce przypisz typ hybrydyzacji, podaj łączną liczbę wiązań sigma oraz wiązań pi.



Rozwiązanie

Nr at. C	1	2	3	4	5	6	7	8
Typ hybrydyzacji	sp^3	sp^3	sp	sp	sp^3	sp^2	sp^2	sp^3
Łączna liczba wiązań sigma	19							
Łączna liczba wiązań pi	3							

Zad.2. Dla poniższej cząsteczki węglowodoru, dla każdego atomu C w cząsteczce przypisz typ hybrydyzacji, podaj łączną liczbę wiązań sigma oraz wiązań pi.



Rozwiązanie: - sp^2 ; 1,2,3,4,5,6,7,8

- sp^3 ; 9

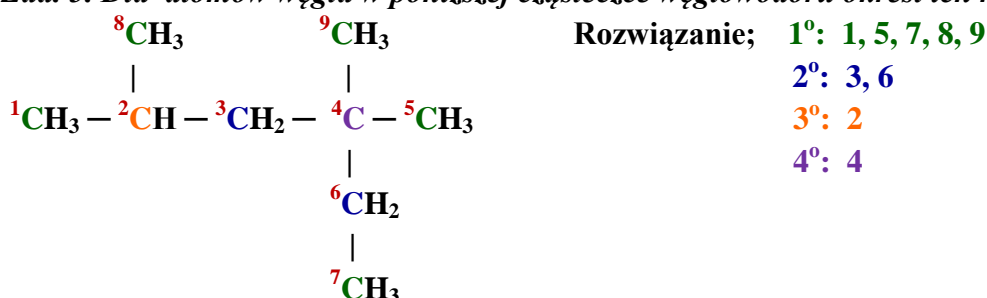
- w. sigma - 15

- w. pi - 4

2. Rzędowość atomu węgla w cząsteczkach związków organicznych - klasyfikacja atomów C na podstawie związanych z nim innych atomów węgla:

- pierwszorzędowy (1°/I-rz) at. C związany jest z jednym at. C;
- drugorzędowy (2°/II-rz), at. C związany jest z dwoma at. C;
- trzeciorzędowy (3°/III-rz) at. C związany jest z trzema at. C;
- czwartorzędowy (4°/IV-rz) at. C związany jest z czterema at. C

Zad. 3. Dla atomów węgla w poniższej cząsteczce węglowodoru określ ich rzędowość:



II. Szereg homologiczny alkanów, izomeria szkieletowa (łańcuchowa) i nazewnictwo systematyczne

1. Węglowodory nasycone - alkany - węglowodory (związki chemiczne, których cząsteczki zbudowane są wyłącznie z atomów węgla i atomów wodoru) w cząsteczkach których między atomami węgla występują wyłącznie wiązania pojedyncze (sigma, at. C są na hybrydyzacji sp^3).

Alkany tworzą szereg homologiczny o ogólnym wzorze C_nH_{2n+2}

2. Szereg homologiczny alkanów - tworzą homologi (cząsteczki) o ogólnym w/w wzorze, ale różniące się między sobą stałą grupą atomów - CH_2 - (grupa metylenowa) lub jej wielokrotnością

<i>n</i>	Wzór sumaryczny C_nH_{2n+2}	Nazwa systematyczna	Wzór grupowy	Grupa alkilowa - C_nH_{2n+1}	Nazwa grupy alkilowej (R)
1	CH ₄	Metan	CH ₄	- CH ₃	metyl
2	C ₂ H ₆	Etan	CH ₃ - CH ₃	- C ₂ H ₅	etyl
3	C ₃ H ₈	Propan	CH ₃ - CH ₂ -CH ₃	- C ₃ H ₇	propyl
4	C ₄ H ₁₀	Butan	CH ₃ .CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ CH ₃ - (CH ₂) ₂ - CH ₃	- C ₄ H ₉	butyl
5	C ₅ H ₁₂	Pentan	CH ₃ -CH ₂ .CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ CH ₃ - (CH ₂) ₃ - CH ₃	- C ₅ H ₁₁	pentyl
6	C ₆ H ₁₄	Heksan	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ .CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ CH ₃ -(CH ₂) ₄ - CH ₃		heksyl
7	C ₇ H ₁₆	Heptan	CH ₃ - (CH ₂) ₅ - CH ₃		heptyl
8	C ₈ H ₁₈	Oktan	CH ₃ - (CH ₂) ₆ - CH ₃		oktyl
9	C ₉ H ₂₀	Nonan	CH ₃ - (CH ₂) ₇ -CH ₃		nonyl
10	C ₁₀ H ₂₂	Dekan	CH ₃ - (CH ₂) ₈ - CH ₃		dekyl

Zad. 3 Ustal wzór rzeczywisty alkanu, którego masa cząsteczkowa wynosi 128u.

Rozwiązanie:

- z ogólnego wzoru alkanów : $n \cdot m_{atC} + (2n+2)m_{atH} = 128u$
- $n \cdot 12u + (2n+2) \cdot 1u = 128u$; $14n = 128 - 2$; $14n = 126$; $n = 9$,
- stąd C_9H_{20} (nonan)

Zad. 4. Ustal wzór rzeczywisty alkanu, którego gęstość wyznaczona w warunkach normalnych wynosi 2,589g/dm³.

Rozwiązanie:

- mol każdego gazu w warunkach normalnych zajmuje objętość: $V_{mol} = 22,4dm^3/mol$
- obliczenie masy molowej alkanu

$$\begin{array}{rcl} 1dm^3 & \text{-----} & 2,589g \\ 22,4dm^3/mol & \text{-----} & x \\ \hline \end{array}$$

$$x = 57,99g/mol = 58g/mol$$

- $n \cdot 12g/mol + (2n+2) \cdot 1g/mol = 58g/mol$; $14n = 58 - 2$; $14n = 56$; $n = 4$
- stąd C_4H_{10} (butan)

III. Izomeria szkieletowa - łańcuchowa alkanów

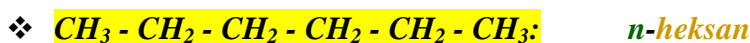
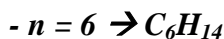
1. Izomeria konstytucyjna - zjawisko występowania cząsteczek o takim samym wzorze sumarycznym, w których atomy są połączone w odmienny sposób, wśród izomerii konstytucyjnej wyróżnia się:

- szkieletową (łańcuchową) - atomy węgla w szkielecie węglowym są połączone w odmienny sposób(szkielety proste, rozgałęzione, cykliczne)
 - pozycyjną dot. położenia wiązania wielokrotnego lub grupy funkcyjnej,
 - geometryczną,
 - optyczną,
 - funkcjonalną
- w przypadku szeregu homologicznego alkanów od butanu występuje wyłącznie izomeria szkieletowa, w wśród halogenoalkanów dodatkowo izomeria pozycyjna dot. położenia podstawnika halogenowego (X: F, Cl, Br, I)
- 2. Reguły tworzenia nazw systematycznych:**
- ustalenie najdłuższego łańcucha węglowego i nazwy alkanu jako podstawy nazwy,
 - nadanie numerów (lokautów) kolejnych w głównym szkielecie węglowym przestrzegając zasady, że suma lokantów na których znajdują się podstawniki alkilowe i halogenowe musi być jak najniższa
 - podstawniki halogenowe (o ile występują w cząsteczce) wymienia się w kolejności alfabetycznej przed podstawnikami alkilowymi, które też wymienia się w kolejności alfabetycznej w obu przypadkach z podaniem lokautu,
 - dla określenia liczby podstawników tego samego rodzaju stosuje się liczebniki: 2 - di, 3 - tri, 4 - tetra, 5 - penta, 6 - hekso,
 - w nazwie fragmenty liczbowe z fragmentami literowymi łączy się myślnikiem, nazwy podstawników muszą mieć dodaną końcówkę „o”, np. chloro, metylo.

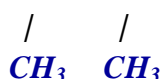
- cząsteczki, które występują odmianach izomerycznych w nazwie o łańcuchu nierozgałęzionym dodaje się przedrostek **n** (normalny), np. **n-pentan**, dla odmian rozgałęzionych przedrostek **izo**, dla wszystkich izomerów, np. **izo-pentan**.

Zad. 5 Dla alkanu o 14 atomach wodoru w cząsteczce zapisz wzory grupowe wszystkich jego izomerów i nadaj im nazwy systematyczne.

Rozwiązanie:



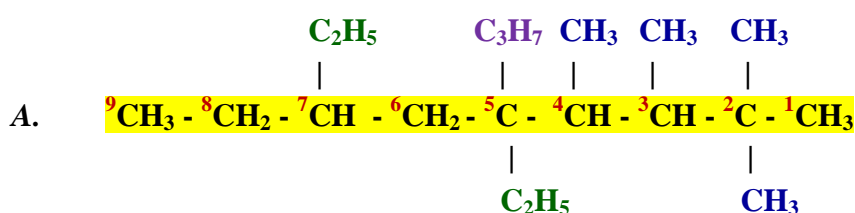
❖ **izo-heksany**



Uwaga - łańcuch nie może być rozgałęziony na krańcowych atomach C w szkieletu, są to tylko zagięcia głównego szkieletu.

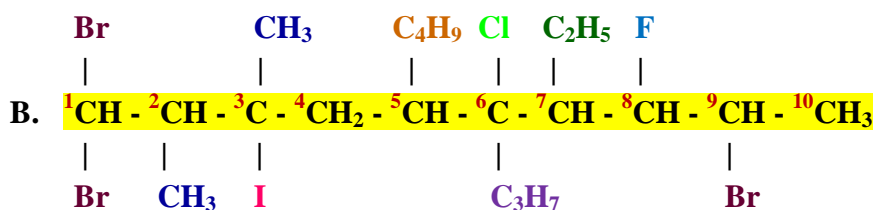


Zad. 6 Dla cząsteczek o poniższych wzorach grupowych nadaj nazwy systematyczne:



Odp. **5,7-dietylo-2,2,3,4-tetrametylo-5-propylnonan**

(suma lokautów = 28, przy lokantach od prawej do lewej suma = 42)



Odp. 1,1,9-tribromo-6-chloro-8-fluoro-3-jodo-5-butylo-7-etylo-2,3-dimetylo-6-propylodekan
(suma lokantów = 51, gdyby lokanty nadać od prawej do lewej strony, to suma = 70)

IV. Otrzymywanie alkanów - metanu metodami laboratoryjnymi

1. Hydroliza w kwasowa lub w środowisku wodnym węgla glinu Al_4C_3 :

- $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} \rightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{AlCl}_3$
- $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 + 4\text{Al(OH)}_3$

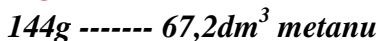
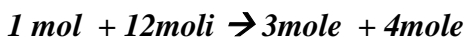
2. Termiczny rozkład octanu sodu z stałym NaOH

- $\text{CH}_3 - \text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$

Zad. 7 Oblicz, jaką objętość zajmie metan (warunki normalne), jeżeli w reakcji z kwasem chlorowodorowym całkowicie przereagowało 7,2g węgla glinu

Rozwiązanie:

$$V_{\text{mol}} = 22,4\text{dm}^3/\text{mol}; M_{\text{Al}_4\text{C}_3} = 144\text{g/mol}$$



$$x = 3,36\text{dm}^3 \text{ metanu}$$

Zad. 8 Oblicz, jaką objętość zajmie (warunki normalne), jeżeli w reakcji octanu sodu z wodorotlenkiem sodu powstało 5,3g węglanu(IV) sodu.

Rozwiązanie:

$$V_{\text{mol}} = 22,4\text{dm}^3/\text{mol}; M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 106\text{g/mol}$$



$$x = 1,098\text{dm}^3 \text{ metanu}$$

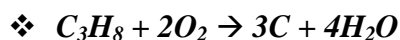
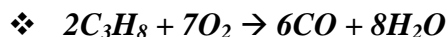
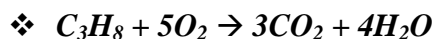
V. Właściwości chemiczne alkanów

1. Reakcje spalania - w zależności od dostępu tlenu wyróżnia się:

- Spalanie całkowite $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Półspalanie $\rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
- Spalanie niecałkowite $\rightarrow \text{C} + \text{H}_2\text{O}$

Zad. 9. Zapisz równania reakcji spalania propanu przy różnym dostępie tlenu

Rozwiązanie:



Zad. 10. Oblicz jaką objętość zajmie tlen (warunki normalne) niezbędny do całkowitego spalania $0,5dm^3$ alkanu, którego gęstość wyznaczona w warunkach normalnych wynosi $2,59g/dm^3$.

Rozwiązanie:

- alkanem jest butan (patrz zadanie 4)



$$44,8dm^3 \text{ ---- } 291,2dm^3$$

$$0,5dm^3 \text{ ---- } x$$

$$\text{-----}$$

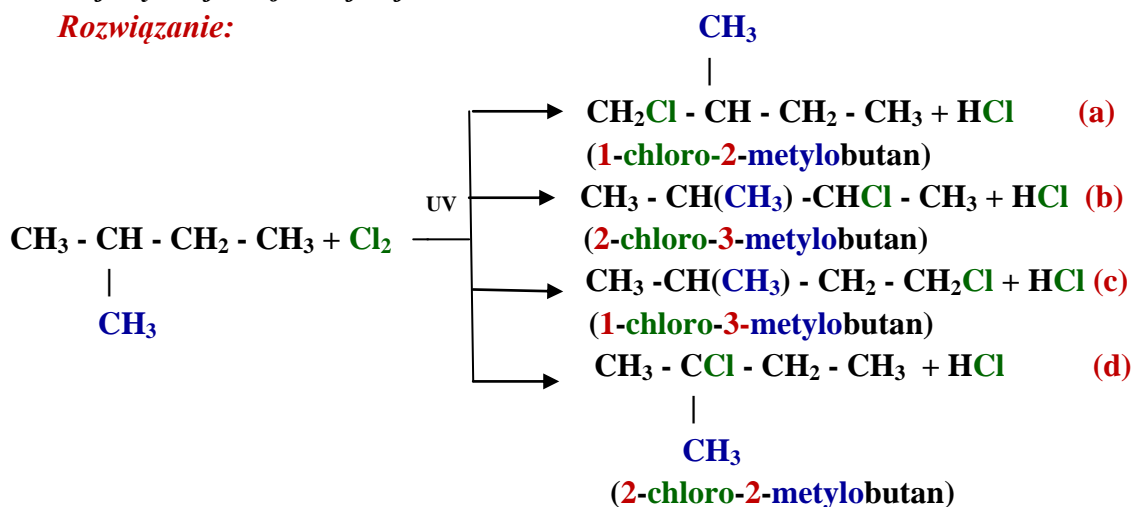
$$x = 3,25dm^3 \text{ tlenu}$$

2. Reakcje substytucji - podstawienia

- Reakcje polegają na **zastąpieniu** (podstawieniu) **atomu(ów) H** w cząsteczce alkanu **atomem fluorowca (halogenu)**, produktem ubocznym jest odpowiedni **halogenowódor (HX)** $C_nH_{2n+2} + X_2 \rightarrow C_nH_{2n+1}X + HX$
- Reakcja przebiega **wieloetapowo z udziałem rodnika** - atom lub grupa atomów **posiadająca niesparowany elektron** (substytucja rodnikowa), aż do wyczerpania się rodników
- **Na dłuższych łańcuchach** alkanów reakcja **przebiega współbieżnie zgodnie z regułą Zajcewa** - **najłatwiej** substytucja zachodzi na at. **C 3°**, **najtrudniej** na 1°, w I etapie reakcji powstaje mieszanina różnych halogenowęglowodorów,
- Reakcja **substytucji fluorem zachodzi gwałtownie i wybuchowo**, z **chlorem pod wpływem światła UV**, z **bromem w podwyższonej temp.**, z **jodem** reakcje praktycznie nie zachodzą.

Zad. 11 Zapisz równanie reakcji I etapu chlorowania 2-metylobutanu, zapisz wszystkie możliwe produkty, które mogą powstać w tym procesie, nadaj nazwy systematyczne do produktów reakcji, wskaż produkt, który powstanie w największej i najmniejszej ilości.

Rozwiązanie:



Odp. głównym produktem jest związek d, najmniej powstanie produktów a i c.