LEKCJA LIVE 3

HYBRYDYZACJA



Podstawa programowa 2023

Wersja 2023

$$L_p = L_{wpe} + n + m$$

$$L_{wpe} = 1/2\, L_{wal} - 4n - m$$

maturalis

Instrukcja

1.

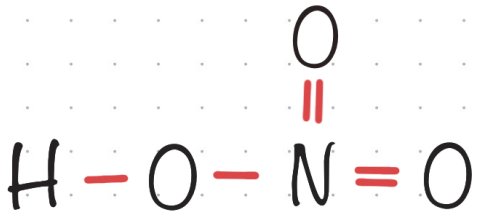
2.

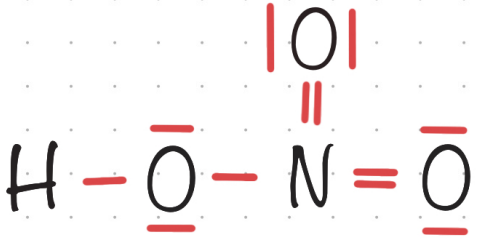
3.

4.

HNO_3

1. N

2. 

3. 

4.

maturalis

H_2SO_4

maturalis

Instrukcja

1.

2.

3.

4.

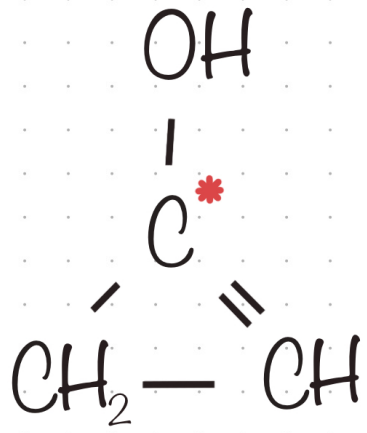


s p d

maturalis

H_2O

NH_3

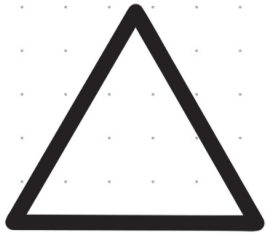


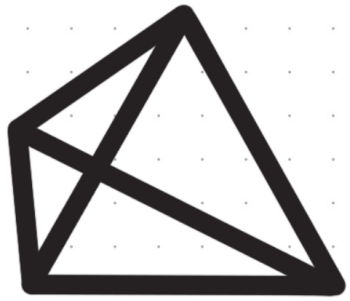
maturalis

Hybrydyzacja

sp sp^2 sp^3





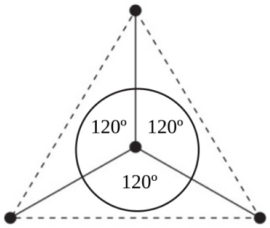


maturalis

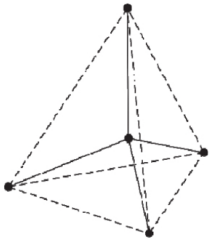
Przykłady zadań

Na rysunkach przedstawiono przestrzenne rozmieszczenie wiązań chemicznych tworzonych przez orbitale zhybrydyzowane atomów węgla w cząsteczkach dwóch węglowodorów. Punktami schematycznie oznaczono położenie środków atomów połączonych tymi wiązaniami, linią ciągłą – osie wiązań, a linią przerywaną – kontury figury geometrycznej, w której narożach znajdują się atomy otaczające atom centralny. Hybrydyzacja polegająca na wymieszaniu 1 orbitalu s oraz 3 orbitali p daje hybrydyzację tetraedryczną ze względu na skierowanie orbitali zhybrydyzowanych ku narożom tetraedru. Wymieszanie 1 orbitalu s oraz 2 orbitali p daje hybrydyzację trygonalną. Wiązania utworzone za pomocą tych orbitali leżą w tej samej płaszczyźnie, a kąty pomiędzy nimi wynoszą 120°.

Rysunek I



Rysunek II

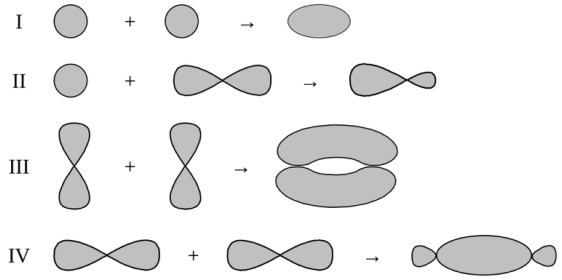


Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2011, s. 151, 152, 155,156.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie tak, aby zdania były prawdziwe.

1. Rysunek I przedstawia przestrzenne rozmieszczenie wiązań chemicznych tworzonych przez orbitale zhybrydyzowane atomów węgla w cząsteczkach (*metanu/etenu/etynu*), a rysunek II – w cząsteczkach (*metanu/etenu/etynu*).
2. W cząsteczce węglowodoru, której strukturę przedstawia rysunek I, (*występuje/nie występuje*) wiązanie typu π, dlatego węglowodór ten ulega reakcjom (*substytucji/addycji*) i (*powoduje odbarwienie /nie powoduje odbarwienia*) wody bromowej.

W teorii orbitali molekularnych powstawanie wiązań chemicznych typu σ lub π wyjaśnia się, stosując do opisu tych wiązań orbitale cząsteczkowe odpowiedniego typu (σ lub π), które można utworzyć w wyniku właściwego nakładania odpowiednich orbitali atomowych atomów tworzących cząsteczkę. Na poniższych schematach zilustrowano powstawanie orbitali cząsteczkowych.



Na podstawie: K.H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007, s. 111–120.

Dane są cząsteczki: Cl_2, H_2, HF.

Ustal, nakładanie jakich orbitali atomowych (*s czy p*) obu atomów należy koniecznie uwzględnić, aby wyjaśnić tworzenie wiązań w cząsteczkach o podanych powyżej wzorach. W tym celu przyporządkuj każdemu wzorowi odpowiedni numer schematu.

Cl_2: .....

H_2: .....

HF: .....

1 Podkreśl wszystkie dane w zadaniu, zaznacz pytanie

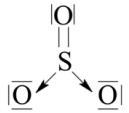
2 Upewnij się, że udzielona odpowiedz odpowiada na pytanie, sprawdź czy są jednostki (jeżeli wymaga tego zadanie)

3 Użyj tych gwiazdek, aby ocenić trudność wykonanego zadania – pozwoli Ci to wrócić do bardziej wymagających zadań

maturalis

Przykłady zadań

Budowa cząsteczki tlenku siarki(VI) jest skomplikowana. Poniżej przedstawiono jeden ze wzorów opisujących strukturę elektronową SO_3.



5.1. (0–1)

Określ typ hybrydyzacji orbitali atomu siarki (sp, sp^2, sp^3) i geometrię cząsteczki (liniowa, płaska, tetraedryczna).

Typ hybrydyzacji: .....

Geometria: .....

5.2. (0–1)

Napisz, ile wiązań σ i π występuje w cząsteczce SO_3 o przedstawionej powyżej strukturze.

Liczba wiązań σ: .....

Liczba wiązań π: .....

6.1. (0–1)

Uzupełnij poniższą tabelę – wpisz liczbę wolnych par elektronowych oraz liczbę wiązań σ i π w cząsteczkach CO_2 i BCl_3.

Wzór związku	Liczba		
	wolnych par elektronowych	wiązań σ	wiązań π
CO_2			
BCl_3			

6.2. (0–1)

Określ kształt (liniowy, tetraedryczny, trójkątny) cząsteczek obu związków.

Kształt cząsteczki CO_2: .....

Kształt cząsteczki BCl_3: .....

1 Podkreśl wszystkie dane w zadaniu, zaznacz pytanie

2 Upewnij się, że udzielona odpowiedz odpowiada na pytanie, sprawdź czy są jednostki (jeżeli wymaga tego zadanie)

3 Użyj tych gwiazdek, aby ocenić trudność wykonanego zadania – pozwoli Ci to wrócić do bardziej wymagających zadań

maturalis

Przykłady zadań

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

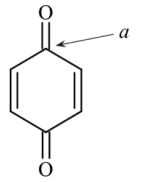
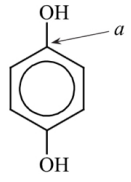
Węglowodór	etan	eten	etyn
Długość wiązania, pm	154	133	120

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.

Poniżej przedstawiono uproszczony wzór *para*-benzochinonu – jednego z chinonów – oraz produktu jego redukcji, czyli hydrochinonu. Pod wzorami tych związków podano ich nazwy systematyczne.

para-benzochinon	hydrochinon
	
cykloheksa-2,5-dieno-1,4-dion	benzeno-1,4-diol

Izomerem *para*-benzochinonu jest *orto*-benzochinon. Jego nazwa systematyczna to cykloheksa-3,5-dieno-1,2-dion.

Określ formalny stopień utlenienia oraz typ hybrydyzacji (sp, sp^2, sp^3) orbitali walencyjnych atomu węgla oznaczonego literą a w cząsteczce *para*-benzochinonu i w cząsteczce hydrochinonu. Uzupełnij tabelę.

	Stopień utlenienia	Typ hybrydyzacji
para-benzochinon		
hydrochinon		

1 Podkreśl wszystkie dane w zadaniu, zaznacz pytanie

2 Upewnij się, że udzielona odpowiedz odpowiada na pytanie, sprawdź czy są jednostki (jeżeli wymaga tego zadanie)

3 Użyj tych gwiazdek, aby ocenić trudność wykonanego zadania – pozwoli Ci to wrócić do bardziej wymagających zadań

maturalis

Przykłady zadań

Fosgen to trujący związek o wzorze $COCl_2$. Jego temperatura topnienia jest równa –118°C, a temperatura wrzenia wynosi 8°C (pod ciśnieniem 1000 hPa). Fosgen reaguje z wodą i ulega hydrolizie, której produktami są tlenek węgla(IV) i chlorowodór.

Na podstawie: P. Mastalerz, Chemia organiczna, Warszawa 1986.

Uzupełnij informacje dotyczące struktury elektronowej cząsteczki fosgenu. Wybierz i podkreśl jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Orbitalom walencyjnym atomu węgla przypisuje się hybrydyzację (*sp / sp^2 / sp^3*). Orientacja przestrzenna tych orbitali powoduje, że cząsteczka fosgenu (*jest / nie jest*) płaska. Wiązanie π w tej cząsteczce tworzą orbital walencyjny (*s / p / zhybrydyzowany*) atomu węgla i orbital walencyjny *p* atomu tlenu.

Atom siarki tworzy z atomami fluoru m.in. cząsteczki o wzorze SF_2 i SF_6.

6.1. (0–1)

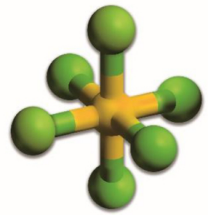
Narysuj wzór elektronowy cząsteczki SF_2 – zaznacz kreskami wspólne pary elektronowe oraz wolne pary elektronowe atomów siarki i fluoru. Określ kształt cząsteczki (liniowa, kątowa, tetraedryczna).

Wzór elektronowy:

Kształt cząsteczki: .....

6.2. (0–1)

Poniżej zamieszczono model ilustrujący kształt cząsteczki SF_6.



Wykaż na podstawie teorii VSEPR (odpychanie par elektronowych powłoki walencyjnej), że przedstawiony model jest poprawną ilustracją kształtu cząsteczki SF_6.

1 Podkreśl wszystkie dane w zadaniu, zaznacz pytanie

2 Upewnij się, że udzielona odpowiedz odpowiada na pytanie, sprawdź czy są jednostki (jeżeli wymaga tego zadanie)

3 Użyj tych gwiazdek, aby ocenić trudność wykonanego zadania – pozwoli Ci to wrócić do bardziej wymagających zadań

maturalis

Przykłady zadań

Metoda VSEPR pozwala określać kształt cząsteczek zbudowanych z atomów pierwiastków grup głównych. W cząsteczce należy wyróżnić atom centralny (np. atom tlenu w cząsteczce H_2O) i ustalić liczbę wolnych par elektronowych na jego zewnętrznej powłoce. Następnie zsumować liczbę podstawników związanych z atomem centralnym (x) i liczbę jego wolnych par elektronowych (y). W ten sposób otrzymuje się tzw. liczbę przestrzenną ($L_p = x + y$), która determinuje kształt cząsteczki. Ponieważ zarówno wolne, jak i wiążące pary elektronowe wzajemnie się odpychają, wszystkie elementy składające się na liczbę przestrzenną (podstawniki i wolne pary elektronowe) zajmują jak najbardziej odległe od siebie położenia wokół atomu centralnego.

Na podstawie: R. J. Gillespie, *Fifty years of the VSEPR model*; Coordination Chemistry Reviews 252 (2008) 1315.

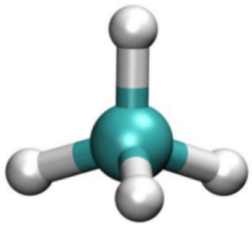
6.1. (0–2)

Uzupełnij poniższą tabelę – dla wymienionych cząsteczek napisz wartości *x* i *y* oraz określ kształt cząsteczki (liniowa, kątowa, trójkątna, tetraedryczna).

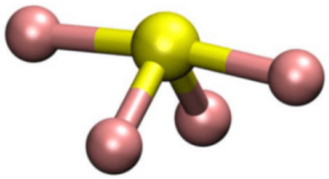
	CO_2	SO_2	OF_2
x			
y			
kształt cząsteczki			

6.2. (0–1)

Poniżej przedstawiono dwa modele przestrzenne (I i II) różnych cząsteczek o wzorze ogólnym AB_4.



model I



model II

Rozstrzygnij, który z przedstawionych modeli (I albo II) jest ilustracją kształtu cząsteczki SF_4. Uzasadnij swój wybór. Zastosuj metodę VSEPR.

Cząsteczkę SF_4 przedstawia model .....
Uzasadnienie:

.....

.....

6.3. (0–1)

W teorii VSEPR przyjmuje się, że kąty między wiązaniami w drobinach zależą od siły, z jaką odpychają się pary elektronowe znajdujące się na zewnętrznej powłoce. Siła odpychania par elektronowych powłoki walencyjnej maleje w kolejności: wolna para elektronowa – wolna para elektronowa > wolna para elektronowa – wiążąca para elektronowa > wiążąca para elektronowa – wiążąca para elektronowa. Oznacza to, że w drobinach, w których nie ma wolnych par elektronowych, kąty między wiązaniami są najbardziej zbliżone do wartości teoretycznych opisujących idealną strukturę geometryczną drobiny, a w cząsteczkach zawierających wolne pary elektronowe obserwuje się zmniejszenie kątów między wiązaniami.

Na podstawie: J. D. Lee, *Zwięzła chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.

Wpisz do tabeli wartości kątów między wiązaniami N–H w wymienionych drobinach (NH_2^-, NH_3, NH_4^+). Wartości tych kątów wybierz spośród następujących: 180°, 120°, 109°,107°, 105°.

Drobina	NH_2^-	NH_3	NH_4^+
Wartość kąta między wiązaniami			

1 Podkreśl wszystkie dane w zadaniu, zaznacz pytanie

2 Upewnij się, że udzielona odpowiedz odpowiada na pytanie, sprawdź czy są jednostki (jeżeli wymaga tego zadanie)

3 Użyj tych gwiazdek, aby ocenić trudność wykonanego zadania – pozwoli Ci to wrócić do bardziej wymagających zadań

maturalis