Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

Lekcja 24/25 – 15 kwietnia 2023 r.

Temat: Chemia Ogólna 1

Zadanie 1.

Poniżej przedstawiono konfigurację elektronową atomów czterech pierwiastków (I – IV):

I $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ K

II $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ Cr

III $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10} 4p^3$

IV $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$ Cu

promocja!

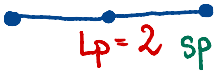
3 poziomy orbitalne

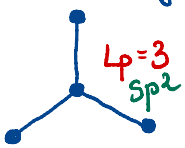
podpowłoka p

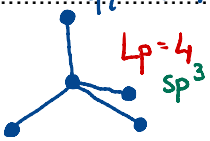
Napisz, która z przedstawianych konfiguracji elektronowych opisuje atom w stanie wzbudzonym. Odpowiedź uzasadnij.

Konfiguracja: III

Uzasadnienie: Jeden z elektronów orbitalu 4s został przeniesiony na pusty orbital 4p. Konfiguracje II i IV ilustrują promocję elektronową, a to jest stan podstawowy.



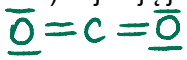




Zadanie 2.

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.





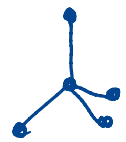
Na podstawie: R. J. Gillespie, *Fifty years of the VSEPR model*; Coordination Chemistry Reviews 252 (2008) 1315.



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	2	2	2
y	0	1	2
kształt cząsteczki	liniowy	kątowy	kątowy

Lp=2 | Lp=3 | Lp=4

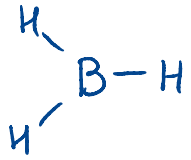


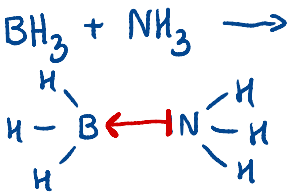


Poniżej przedstawiono dwa modele przestrzenne (I i II) różnych cząsteczek o wzorze ogólnym AB_4.



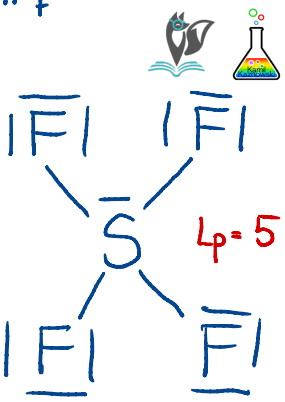
B

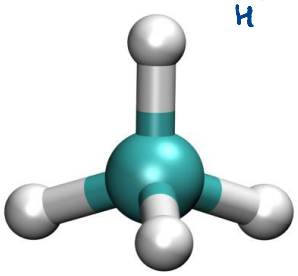




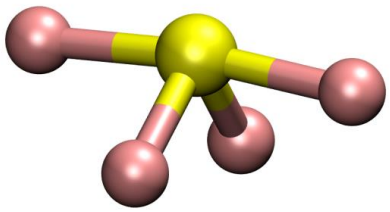
PCl_3 SF_2
PCl_5 SF_4
SF_6

IF_7





model I



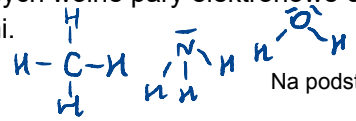
model II

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

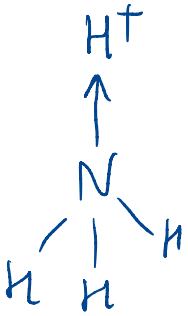
Cząsteczkę SF_4 przedstawia model ..II..

Uzasadnienie: ..Lp=5, a więc nie może być to tetraedr (model 1, Lp=4), dlatego SF_4 musi posiadać bardziej złożoną strukturę (model 2).

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.

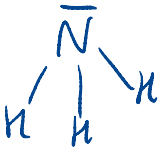


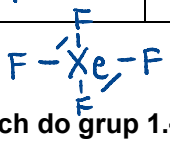
Na podstawie: J. D. Lee, *Zwięzła chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.



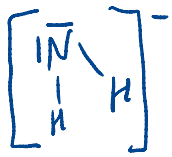
Wpisz do tabeli wartości kątów między wiązaniami N–H w wymienionych drobinach (NH_2^-, NH_3, NH_4^+). Wartości tych kątów wybierz spośród następujących: 180°, 120°, 109°, 107°, 105°.

Drobina	NH_2^-	NH_3	NH_4^+
Wartość kąta między wiązaniami	105°	107°	109°





XeF_4



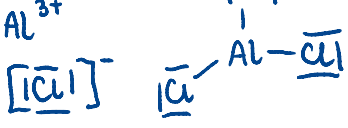
Zadanie 3.

Na podstawie budowy atomów pierwiastków należących do grup 1.–2. oraz 13.–17. <u>drugiego okresu</u> układu okresowego uzupełnij poniższe zdanie. W wyznaczone miejsca wpisz symbol albo nazwę odpowiedniego pierwiastka.

Spośród pierwiastków drugiego okresu:

- najmniejszy ładunek jądra ma atom ..Li..;
- najmniejszy promień atomowy ma atom ..F..;
- najmniejszą wartość pierwszej energii jonizacji ma atom ..Li..





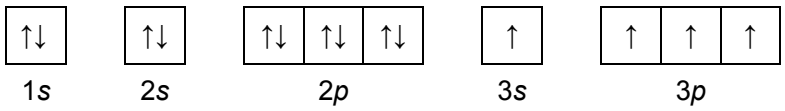
BeO
MgO



Zadanie 4.

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

- konfigurację elektronową atomu pierwiastka X w jednym ze stanów wzbudzonych przedstawia zapis:



- łączna liczba elektronów na ostatniej powłoce i na podpowłoce 3*d* atomu w stanie podstawowym pierwiastka Z jest dwa razy większa od liczby elektronów walencyjnych atomu pierwiastka X.

Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz symbole pierwiastków X i Z, numer grupy układu okresowego oraz symbol bloku konfiguracyjnego, do którego należy każdy z pierwiastków.

	Symbol pierwiastka	Numer grupy	Symbol bloku
pierwiastek X	Si	14	p
pierwiastek Z	Fe	8	d

Wpisz do tabeli wartości dwóch liczb kwantowych: głównej i pobocznej, opisujące stan kwantowo-mechaniczny jednego z niesparowanych elektronów o najwyższej energii atomu pierwiastka X w przedstawionym stanie wzbudzonym.

Liczby kwantowe	główna liczba kwantowa, n	poboczna liczba kwantowa, l
Wartości liczb kwantowych	3	1

Przedstaw pełną konfigurację elektronową jonu Z^{2+} w stanie podstawowym. Zastosuj zapis konfiguracji elektronowej z uwzględnieniem podpowłok.

$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^6$

Zadanie 5.

Niżej przedstawiono konfigurację elektronową kationu pewnego pierwiastka o ładunku 3+.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3$ $Z=24$

Wpisz symbol tego pierwiastka w miejscu na to przeznaczonym oraz uzupełnij poniższy schemat tak, aby przedstawiał konfigurację elektronową jego atomu w stanie podstawowym.

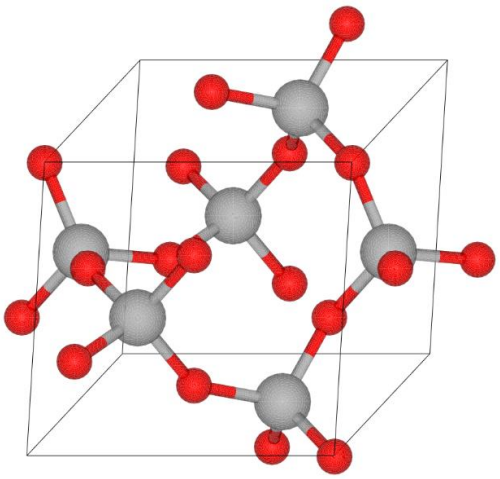
Cr $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

symbol

Zadanie 6.

Tlenek krzemu (SiO_2), nazywany potocznie krzemionką, jest bardzo rozpowszechniony w przyrodzie. Czysta krzemionka występuje w postaci krystalicznej, np. jako minerał kwarc. Poniżej przedstawiono zdjęcie kryształów kwarcu oraz model jego struktury krystalicznej.





Na podstawie: https://en.wikipedia.org/wiki/Quartz

Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź spośród A–D i jej uzasadnienie spośród 1.–4.

Kwarc można zaliczyć do kryształów

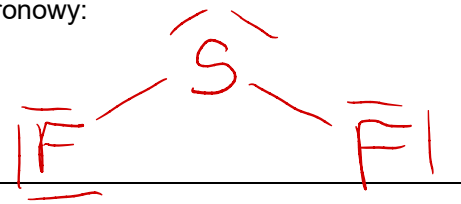
A.	metalicznych,	ponieważ	**1.**	składa się z cząsteczek SiO_2 połączonych oddziaływaniami międzycząsteczkowymi.
B.	jonowych,		**2.**	jego strukturę tworzą rdzenie atomowe otoczone wspólną „chmurą” elektronów zdelokalizowanych.
C.	kowalencyjnych,		**3.**	jest zbudowany z anionów tlenkowych (O^{2-}) i kationów krzemu (Si^{4+}).
D.	molekularnych,		**4.**	jest zbudowany z atomów połączonych wiązaniami kowalencyjnymi spolaryzowanymi.

Zadanie 7.

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

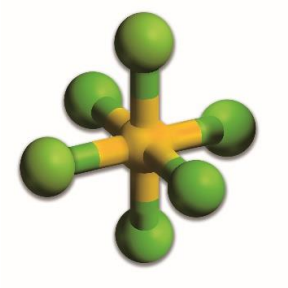
Narysuj wzór elektronowy cząsteczki SF_2 – zaznacz kreskami wspólne pary elektronowe oraz wolne pary elektronowe atomów siarki i fluoru. Określ kształt cząsteczki (liniowa, kątowa, tetraedryczna).

Wzór elektronowy:



Kształt cząsteczki: kątowy

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.

Lp = 6, model przedstawia strukturę, w której wiązania σ są możliwie najdalej od siebie

Zadanie 8.

Niżej wymieniono wybrane wiązania chemiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe, którym przyporządkowano numery od 1 do 6.

wiązanie metaliczne	1
wiązanie jonowe	2
wiązanie kowalencyjne spolaryzowane	3
oddziaływanie jon – dipol	4
oddziaływanie dipol – dipol	5
wiązanie wodorowe	6

Porównaj dwa układy: stały azotan(V) potasu i <u>rozcieńczony</u> wodny roztwór tej soli, pod względem występujących w nich wiązań chemicznych i oddziaływań międzycząsteczkowych. Wpisz właściwe numery w odpowiednie kolumny tabeli. Uwzględnij <u>wszystkie wiązania i oddziaływania</u> występujące w każdym z tych układów.

Stały azotan(V) potasu	Wodny roztwór azotanu(V) potasu
2, 3	3, 4, 5, 6

Zadanie 9.

O atomie pierwiastka X wiadomo, że:

- 20 spośród wszystkich elektronów w atomie opisanych jest liczbą kwantową $l = 2$
- elektrony walencyjne atomu X w stanie podstawowym opisane są dwiema różnymi wartościami pobocznej liczby kwantowej ($l = 0$ i $l = 1$), przy czym liczba elektronów walencyjnych opisanych poboczną liczbą kwantową $l = 1$ jest większa, niż liczba elektronów walencyjnych opisanych poboczną liczbą kwantową $l = 0$
- tylko jeden z elektronów walencyjnych jest niesparowany.

jod

$3d^{10}\ 4d^{10}$

$5s^2\ 5p^{3/4/5/6}$



Pierwiastek X reaguje z chlorem, w wyniku czego powstaje związek, w którym procentowa masowa zawartość chloru wynosi 45,6 %. → 54,4% I

Wykonaj odpowiednie obliczenia i wskaż model, który przedstawia budowę przestrzenną cząsteczki związku pierwiastka X z chlorem.

Obliczenia:

ICl_x ~~ClI_x~~

!

0

$$\frac{35,5 \cdot x}{127 + 35,5 \cdot x} = 0,456$$

$$\frac{35,5x}{127 + 35,5x} = \frac{0,456}{1}$$

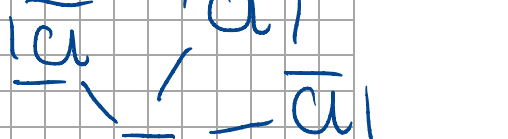
$$35,5x = 57,912 + 16,188x$$

$$35,5x - 16,188x = 57,912$$

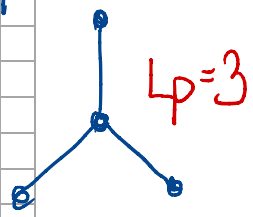
$$19,312x = 57,912$$

$$x = 3$$

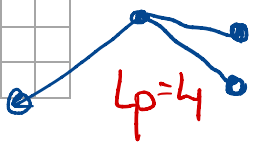
ICl_3



$4p = 5$

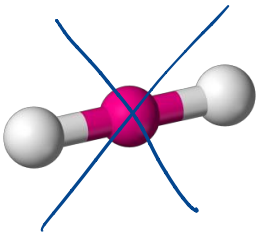


$4p = 3$

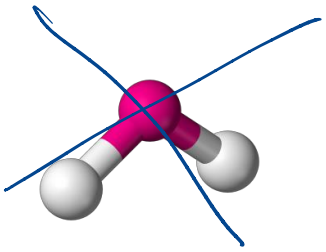


$4p = 4$

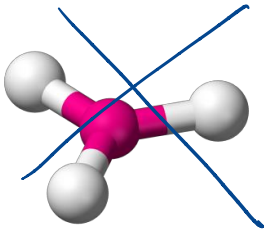
ICl_3



model 1.

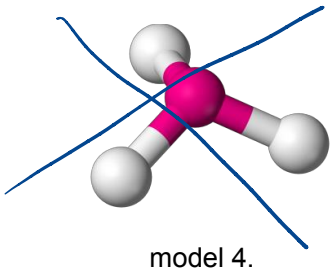


model 2.



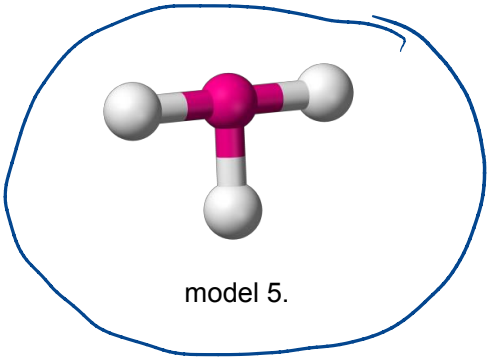
4p=3

model 3.

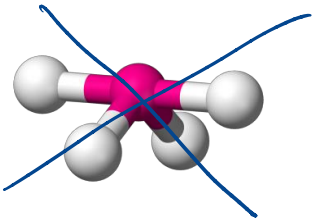


4p=4

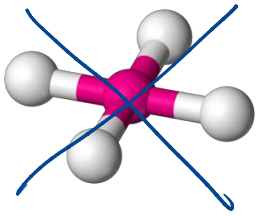
model 4.



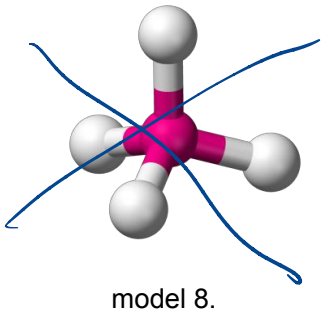
model 5.



model 6.



model 7.

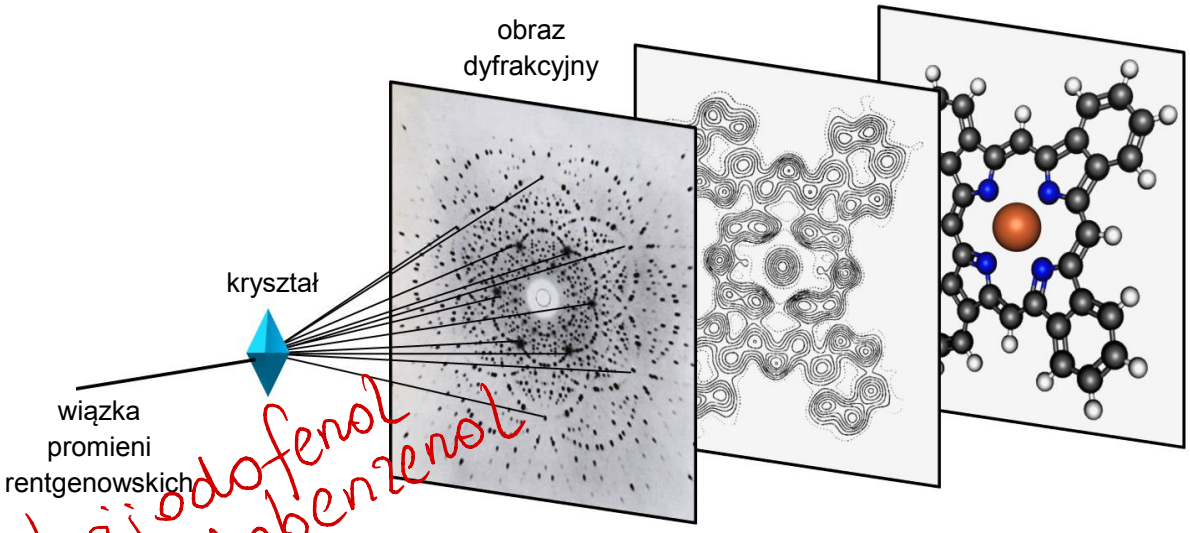


model 8.

Model: 5

Zadanie 10.

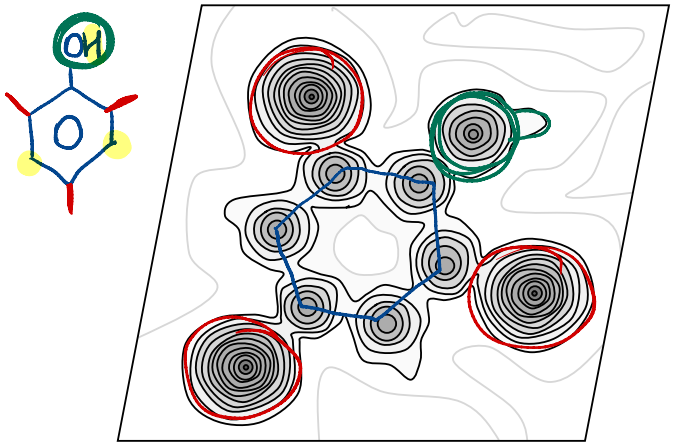
Rentgenografia strukturalna jest jedyną techniką badawczą, która pozwala, z niemal absolutną pewnością, określać struktury przestrzenne związków chemicznych (np. dokładną strukturę skomplikowanych cząsteczek związków organicznych). Ta technika polega na naświetlaniu kryształu badanego związku promieniami rentgenowskimi. Uzyskany obraz, nazywany obrazem dyfrakcyjnym, poddaje się zaawansowanej obróbce matematycznej, dzięki czemu można wygenerować mapę rozkładu gęstości chmury elektronowej w cząsteczce, która mówi o wzajemnym ułożeniu w przestrzeni atomów tworzących cząsteczkę. Do uzyskanego obrazu można następnie dopasować najbardziej prawdopodobny model cząsteczki.

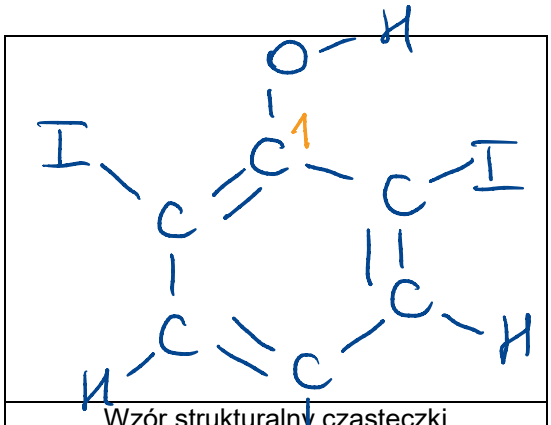


Na podstawie: J.M. Robertson, I. Woodward, *J. Chem. Soc.* 1937, 219–230.

Poniżej przedstawiono mapę gęstości elektronowej uzyskaną metodą rentgenografii strukturalnej dla pewnej halogenopochodnej fenolu zawierającej masowo 15,3 % węgla.

Wykonaj odpowiednie obliczenia i narysuj <u>wzór strukturalny</u> cząsteczki badanego związku oraz podaj jego nazwę systematyczną.





Wzór strukturalny cząsteczki halogenopochodnej fenolu

$\frac{6 \cdot 12}{6 \cdot 12 + 3 \cdot 1 + 16 + 3x} = 0{,}153$ $\quad \frac{72}{91 + 3x} = \frac{0{,}153}{1}$

$72 = 13{,}923 + 0{,}459x$

$58{,}077 = 0{,}459x$

$x = 126{,}5 \rightarrow$ jod

2,4,6-trijodofenol
2,4,6-trijodobenzenol

Zadanie 11.

Dwie substancje oznaczono umownie literami A i B. W poniższej tabeli przedstawiono podobieństwa i różnice we właściwościach tych substancji.

Właściwości fizyczne	Substancja A	Substancja B
wygląd	białe kryształy	
twardość	kruche	
rozpuszczalność w wodzie	dobra	
przewodnictwo elektryczne roztworu	dobre	nie przewodzi
temperatura topnienia	powyżej 800 °C	poniżej 200 °C

Określ rodzaje kryształów (metaliczne, jonowe, kowalencyjne, molekularne) tworzone przez badane substancje.

	Substancja A	Substancja B
Rodzaj kryształów	jonowy	molekularny

Zadanie 12.

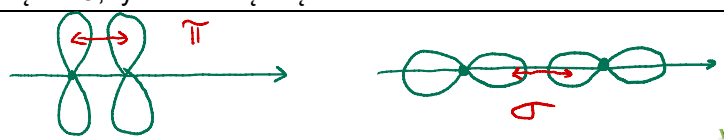
Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

1. Promień kationu jest (mniejszy / większy) niż promień atomu, z którego ten kation powstał. Promień anionu jest (mniejszy / większy) niż promień atomu, z którego ten anion powstał.
2. Jeżeli jony mają taką samą konfigurację elektronową, to promienie anionów są (mniejsze / większe) niż promienie kationów. Anion tlenkowy ma (mniejszy / większy) promień niż anion fluorkowy.

Zadanie 13.

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

1.	Atomy wodoru mają zdolność tworzenia wiązań typu σ, a nie mogą tworzyć wiązań typu π.	P	F
2.	Kształt orbitali atomowych p powoduje, że nie mogą one uczestniczyć w powstawaniu wiązań σ, tylko tworzą wiązania π.	P	F



Zadanie 14.

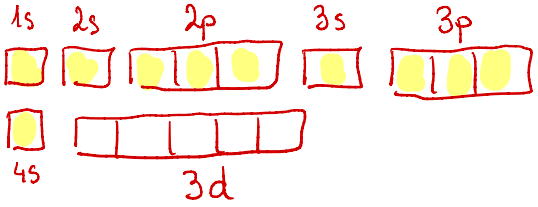
Jony: X^{3+} oraz Y^{2-} mają w stanie podstawowym taką samą konfigurację elektronową pewnego gazu szlachetnego i tworzą związek Z, który jest trudno rozpuszczalny w wodzie. W atomie X elektrony są rozmieszczone w czterech powłokach elektronowych, a w atomie Y – w trzech.

Uzupełnij tabelę dotyczącą atomu pierwiastka X wpisując żądane wartości liczbowe.

Liczba atomowa pierwiastka X	Liczba orbitali całkowicie zapełnionych elektronami w atomie X	21p i 18e Ładunek rdzenia atomowego atomu X	Liczba elektronów niesparowanych w atomie X
21	10	3+	1

X: 4s 3d 4p Sc

Y: 3s 3p S

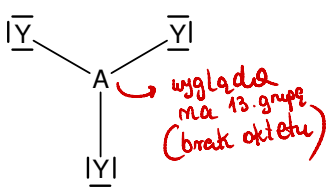


X to nie może być Ga, bo Ga^{3+} nie ma konfiguracji gazu szlachetnego.

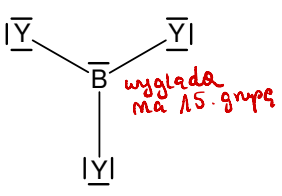
Zadanie 15.

Dwa pierwiastki należące do bloku p: A i B tworzą związki z pierwiastkiem Y również należącym do bloku p. Ich wzory elektronowe 1., 2. i 3. przedstawiono niżej.

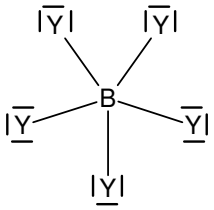
1.



2.



3.



Wpisz do tabeli oznaczenia wszystkich tych cząsteczek, których dotyczą poniższe zdania.

Atom centralny cząsteczki należy do grupy 15. układu okresowego pierwiastków.	2,3
Cząsteczka może łączyć się z jonem Y^- tworząc jon o kształcie tetraedru.	1
Dla orbitali walencyjnych atomu centralnego cząsteczki nie zakłada się hybrydyzacji sp^3.	1,3

Zadanie 16.

Zidentyfikuj pierwiastki chemiczne na podstawie podanych niżej opisów konfiguracji atomów lub jonów w stanie podstawowym. Wpisz ich symbole do tabeli.

Opis konfiguracji	Symbol pierwiastka
Konfiguracja elektronowa dwudodatniego jonu tego pierwiastka jest taka sama jak konfiguracja elektronowa atomu argonu.	Ca
Ten pierwiastek należy do bloku *p*. Elektrony w atomie tego pierwiastka (w stanie podstawowym) rozmieszczone są na czterech powłokach elektronowych, a na podpowłoce *p* powłoki walencyjnej liczba elektronów sparowanych jest równa liczbie elektronów niesparowanych.	Se
Elektrony w atomie tego pierwiastka są rozmieszczone na czterech powłokach elektronowych. W stanie podstawowym liczba elektronów na podpowłoce *d* jest taka sama jak liczba elektronów na powłoce o najwyższej energii.	Ti



$4s^2 3d^2$

Zadanie 17.

Fosforowodór PH_3 to związek o temperaturze topnienia równej –133 °C i temperaturze wrzenia równej –88 °C (pod ciśnieniem atmosferycznym). W skroplonym fosforowodorze oddziaływania międzycząsteczkowe są dużo słabsze niż w skroplonym amoniaku.

Na podstawie: L. Kolditz (red.), *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1994.

Na podstawie różnicy elektroujemności między fosforem a wodorem oraz informacji wprowadzającej uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Cząsteczka fosforowodoru PH_3 ma kształt (trójkąta równobocznego / liniowy / piramidy o podstawie trójkąta). Wiązanie w PH_3 ma charakter (jonowy / kowalencyjny).

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

Temperatura wrzenia skroplonego amoniaku jest (wyższa / niższa) niż temperatura wrzenia fosforowodoru. Bardzo dobra rozpuszczalność (fosforowodoru / amoniaku) w wodzie jest spowodowana silnym oddziaływaniem między cząsteczkami tego związku a cząsteczkami wody i tworzeniem się między nimi wiązań wodorowych.

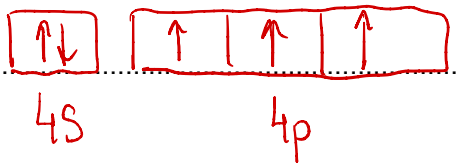
Zadanie 18.

Z dwóch pierwiastków, które umownie oznaczono literami X i E, powstają wodorki o wzorach XH_3 i EH_3. Atomy każdego z tych pierwiastków mają tyle elektronów niewalencyjnych, ile wynosi liczba nukleonów w atomie izotopu $^{28}_{14}Si$. W stanie podstawowym atomy pierwiastka E mają większą liczbę elektronów niesparowanych niż atomy pierwiastka X.

Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz symbole pierwiastków X i E, symbol bloku konfiguracyjnego, do którego należy każdy z pierwiastków, oraz ich maksymalne stopnie utlenienia.

	Symbol pierwiastka	Symbol bloku	Maksymalny stopień utlenienia
pierwiastek X	Ga	p	III
pierwiastek E	As	p	V

Napisz fragment konfiguracji elektronowej atomu w stanie podstawowym pierwiastka E opisujący rozmieszczenie elektronów walencyjnych na podpowłokach – zastosuj schemat klatkowy. Pod schematem napisz numer powłoki i symbole podpowłok.

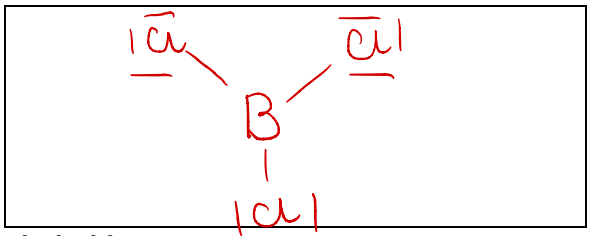


Zadanie 19.

Bor tworzy z chlorem związek o wzorze BCl_3, występujący w postaci płaskich trójkątnych cząsteczek. Te cząsteczki mogą łączyć się z innymi drobinami zawierającymi wolne pary elektronowe. Chlorek boru reaguje z wodą i podczas tej reakcji tworzą się H_3BO_3 (kwas ortoborowy) oraz HCl.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2004.

Narysuj wzór elektronowy chlorku boru. Uwzględnij wolne pary elektronowe.



Spośród wymienionych drobin:

Cl^- NH_4^+ CH_4 NH_3

wybierz te, które mogą łączyć się z chlorkiem boru, i napisz ich wzory. Wyjaśnij, dlaczego cząsteczki chlorku boru mają zdolność do tworzenia wiązań z tymi drobinami. Odwołaj się do struktury elektronowej cząsteczek chlorku boru.

Z chlorkiem boru mogą łączyć się: Cl^-, NH_3

Cząsteczki chlorku boru mają zdolność do tworzenia wiązań z wybranymi drobinami, ponieważ

atom boru ma deficyt elektronów i może być akceptorem pary elektronowej.