

- 5.3 Dwa: $\text{CH}_3\text{O.CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ i $\text{CH}_3\text{O.CH}(\text{CH}_3)_2$
 5.4 Trzy: dwa alkohole i jeden eter
 5.5 14: osiem alkoholi i sześć eterów (z wyłączeniem izomerów optycznych)

6. Benzen i jego pochodne

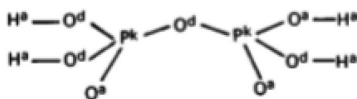
- 6.1 Nie
 6.2 Trzy: 1,2; 1,3 i 1,4
 6.3 Trzy, nazwane jak w pytaniu 6.2
 6.4 Tetraendryczny. Nie
 6.5 Trzy (1,2-dimetylobenzen, 1,3-dimetylobenzen i 1,4-dimetylobenzen)

8. Izomeria optyczna

- 8.1 Nie
 8.2 Para rękawiczek, butów itp.
 8.3 Nie
 8.4 Nie, kwas glikolowy nie jest asymetryczny
 8.5 Kwas cis utlenia się do mezo-winianu. Kwas trans utlenia się do równomolowej mieszaniny kwasu D- i L-winowego (mieszanina racemiczna).

9. Proste cząsteczki nieorganiczne

- 9.1 Struktura liniowa i podobna konfiguracja elektronowa do CO_2 .
 9.2 Użyj dwóch atomów Pk, pięciu Od, dwóch Oa i czterech Ha połączonych w następujący sposób:

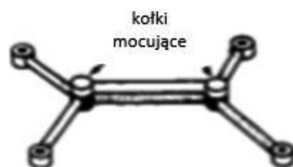


- 9.3 Ponieważ H_2S ma dwie wolne pary elektronowe na atomie siarki
 9.4 Użyj krótkiego łańcucha atomów S⁺, połączonych rurkami z atomem Ha na każdym końcu łańcucha
 9.5 PO_4^{3-} i ClO_4^-

10. Jony złożone
 10.1 Nie może być tetraendryczny (w rzeczywistości jest płaski)
 10.2 Nie
 10.3 Nie

Uwaga producenta

Zestawy „Orbit” obejmują również kółki do budowania wielu wiązań w innej formie niż pokazano w tekście. Zalegą tych kółków jest to, że pokazują obecność wiązania wielokrotnego i ograniczają obrót wokół niego, nie zajmując dużo miejsca.



OSTRZEŻENIA!

1. Produkt przeznaczony jest dla dzieci powyżej 3 lat. Zawiera małe elementy – ryzyko zadławienia.
2. Do użytku pod bezpośrednim nadzorem osoby dorosłej
3. Należy zachować opakowanie lub/i instrukcję. Zawierają one ważne informacje mogące być przydatne w przyszłości.
4. **Użytkowanie niezgodne z zaleceniami zwalnia producenta od odpowiedzialności za ewentualne szkody.**



Zestaw do chemii organicznej i nieorganicznej OX 0047

Zestaw klasowy do budowy struktur chemicznych, który pozwala zrealizować następujące treści z zakresu chemii: nasycone i nienasycone węglowodory, cykliczne węglowodory, grupy funkcyjne w chemii organicznej, benzen, polimeryzacja, izomeria optyczna, proste cząsteczki nieorganiczne i jony złożone. Atomy są reprezentowane przez kolorowe kulki o średnicy 1 cm z wypustkami, a różne typy wiązań w postaci trwałych, plastikowych rurek, dociętych do odpowiednich długości.

Wszystkie elementy zestawu umieszczono w plastikowym pudełku z przegródkami.

Zestaw zawiera:

- 820 elementów, w tym 500 atomów i 320 wiązań,
- instrukcja

Wprowadzenie

Zestaw został zaprojektowany tak, aby umożliwić budowanie struktur molekularnych i krystalicznych w prosty i dokładny sposób. Cząsteczki i kryształy są reprezentowane przez jądra atomowe połączone rurkami. Dzięki, którym można zbudować struktury lub szkielety cząsteczki, który przedstawia geometryczną strukturę substancji. Można także przeprowadzić „reakcję” za pomocą modeli i badać różne reprezentacje wartościowości i wiązań. Atomy składają się z plastikowych centrów z kółkami ustawionymi pod prawidłowymi kątami wiązania. Jądra atomowe Minit mają średnicę 6 mm, a jądra atomowe Orbit mają średnicę 10 mm. Jądra mają kolory zgodne z elementem lub grupą elementów. Zastosowane skróty



są przypisane do każdego koloru. Jest to zwykle chemiczny symbol elementu, który reprezentuje. Główne elementy i ich kodowanie kolorami pokazano w tabeli I. Inne kolory są dostępne, w tym niebiesko - zielony (brom), ciemnozielony (jod) i ciemnoszary (żelazo).

Tabela I. Kodowanie kolorystyczne centrów atomowych

Kolor atomu	Główny element	Kod koloru
biały	wodór	H
czarny	węgiel	C
niebieski	azot	N
czerwony	tlen	O
żółty	siarka	S
fioletowy	fosfor	P

SI IN OX 0047 05/20







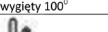



nowa szkoła
 ul. POW 25, 90-248 Łódź,
 www.nowaszkoła.com
 tel. (42) 630 17 28,
 (42) 630 04 88, fax: (42) 632 73 28

Kolor atomu	Główny element	Kod koloru
zielony	halogen	Hal
zielony	chlor	Cl
jasnozielony	fluor	F
srebrny	metal	M

Litera kodu służy również do opisanego każdego kształtu atomu, jak pokazano w tabeli II. W tekście litera ta jest podana po kodzie koloru jako indeks górny. Tak więc czarne (węgiel) jądro czterowartościowego atomu jest kodowane C^s, a czerwone (tlen) jądro jednowartościowe jest kodowane O_a.

Tabela II. Litera kodu oznaczające kształty jąder atomów w zestawie

Kształt i opis jądra atomu	Litera kodowa	Kształt i opis jądra atomu	Litera kodowa
	a		j
	b		k
 dwuwartościowy, wygięty 100°	c		l
 dwuwartościowy, wygięty 110°	d		m

Wprowadzenie

Plastikowe rurki reprezentujące wiązania łączą się z jądrami atomów. Wiązania kowalencyjne są zwykle reprezentowane przez zielone lub szare rurki. Białe łączniki można wykorzystać do innych celów, takich jak wiązania wodorowe. Wiele wiązań może być po prostu reprezentowanych przez pojedynczą rurkę (nie pokazując wielokrotności) lub pokazanych za pomocą wielu elastycznych rurek. W przypadku niektórych zestawów możesz uzupełnić pojedynczą rurkę kółkami opisanymi, aby uzyskać podwójne wiązania.

Obliczanie długości rurki z dokładnością do 0,5 cm.

wiązanie		suma promieni kowalencyjnych		odległość między jądrami	Orbita 3 cm na 100 pm	Minit 2 cm na 100 pm
O-H		67	+	30	= 97	2,0
N-H		70	+	30	= 100	2,0
C-H		77	+	30	= 107	2,0
C=O	karbonyl	67	+	55	= 122	2,5

Długość rurki określa długość wiązania modelu. Tabela III podaje długości rurki z dokładnością do 0,5 cm dla wspólnych wiązań i pokazuje, jak są one obliczane. Długość rurki jest mniejsza niż długość wiązania modelowego, aby uwzględnić długość wypustek atomów (atom Orbit 0,5 cm każda, atom Minit 0,3 cm każda). Wystarczy przeanalizować koncepcje zawarte w niniejszej instrukcji, a modelowanie przy użyciu trzech długości wiązań będzie wystarczające. Można użyć rurek znajdujących się w zestawie, wybierając długości najbliższe długościom podanym w tabeli III.

W celu dokładniejszego modelowania można przycinać rurki do pożądanej długości. Łączenia przycięte na inne długości są również dostępne u dostawcy. W przypadku modeli demonstracyjnych można wybrać większą skalę.

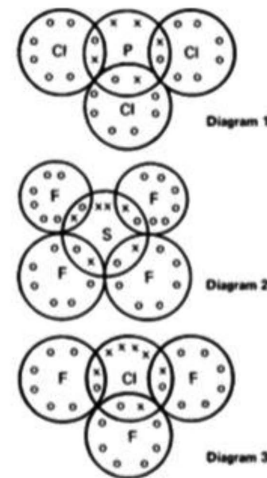
W przypadku podstawienia jednego atomu lub grupy innym w modelu dobrze jest usunąć powiązane wiązanie, ponieważ grupa zastępująca może wymagać wiązania o innej długości.

Niektóre zestawy zawierają wyjątkowo sztywne wiązania w nieco ciemniejszej szarości. Służą one do badania konformacji cykloheksanu i powiązanych struktur.

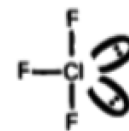
Czasami łączniki należy wsunąć w środkowy otwór atomu. Pasują tylko cieńsze rurki.

Tabela III. Przykład – obliczenie długości wiązania H-N i długości rurki

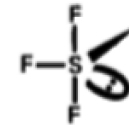
		Minit	Orbit
Promienie kowalencyjne	H 30 pm, N 30 pm	Skala: 100 pm =	2,0 cm
		Długość wiązania modelu	2,0 cm
		Rozmiar jądra atomu	0,6 cm
		Długość rurki	1,4 cm
Odległość między jądrami 100 pm			2,0 cm



1.7 Odpowiednie struktury elektronowe są jak na diagramie 2 i 3. Ponieważ obie te cząsteczki mają pięć par odpychających elektronów, ich kształty będą oparte na trygonalnej bipiramidzie. ClF₃ jest w kształcie litery T z dwiema wolnymi parami elektronów:



SF₄ ma zniekształcony kształt z jedną wolną parą elektronów:



1.8 Teoretycznie kąt wynosi 90°

1.9 Uważa się, że BrF₅ ma kształt kwadratowej piramidy



2. Węglowodory nasycone

- Teoretycznie kąt wynosi 109°28'
- Struktury (b) i (c) są takie same.
- Dwa
- Tylko jeden
- Dwa
- Cztery (1,1; 2,2; 1,2 i 1,3)
- Wszystkie te struktury są w rzeczywistości takie same
- Nie
- 18, z których jeden jest oktanem.
(Liczba izomerów C₄₀H₈₂ wynosi 62, 491,178,805,831!)

3. Nienasycone węglowodory

- Centra atomowe leżą w płaszczyźnie, chociaż wygięte rurki wystają ponad i pod płaszczyznę
- Prawie wcale
- Cztery
- Osiem, jak w etanie
- Nie
- Tylko jeden
- Nie

4. Cykliczne węglowodory

- 109°28' - 108° = 1°28'
- Nie, ponieważ pierścień jest płaski i sztywny
- Dwa (izomery cis i trans)
- Skreślona
- Tetraedryczny, 109°28'
- Nieznacznie, tzn. z jednej konformacji pierścienia na drugą
- 109° 28', kąt tetraedryczny
- Trudno jest połączyć końce długiego łańcucha, aby utworzyć pierścień, ponieważ początkowo są one daleko od siebie
- Kąt wiązania jest naprężony do 90° od kąta tetraedrycznego

5. Grupy funkcyjne w chemii organicznej

- Ponieważ atom tlenu ma dwie wolne pary elektronowe
- Dwa

Proste kompleksy tetraedryczne

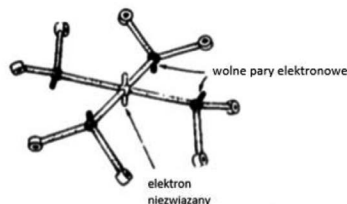
Przykładem jest tetraamina cynku (II). Postępuj jak na powyższej ilustracji 60, ale użyj srebrnego atomu M^k i dołącz tylko cztery cząsteczki amoniaku. Innym interesującym przykładem jest nienatadowany kompleks, tetrakarbonyl niklu (0), $Ni(CO)_4$. Ligandem jest tutaj tlenek węgla, przyłączony do atomu niklu za pomocą pojedynczej pary na atomie węgla. Skonstruuj cztery ligandy karbonylowe, używając liniowo połączonych atomów węgla z atomami tlenu O^a . Przymocuj ligandy do srebrnego środka M^k (rycina 62).



Ryc. 62. Tetrakarbonyl niklu (0), wiązania wielokrotne zostały pominięte

Proste kompleksy płaskie kwadratowe

Jon $Cu(H_2O)_4^{2+}$ ma strukturę płaskiego kwadratu. Usunięcie dwóch ligandów z jednej osi modelu $Cr(H_2O)_6^{3+}$. Dwie wolne wypustki przedstawiają położenie jednego wolnego elektronu niezwiązanego (rycina 63).



Ryc. 63. Jon tetrakwamiedzi (II)

10.1 *Jon kompleksowy $Pt(H_2O)_2Cl_2^{2+}$ może istnieć w dwóch postaciach izomerycznych. Co to oznacza w odniesieniu do kształtu jonu? Jaki jest związek między formami izomerycznymi?*

Ligandy bidentne

Ligand, który może tworzyć dwa punkty wiązań z atomem centralnym, mówi się, że jest bidentny. Przykładem jest

1,2-diaminoetan (etylenodiamina), $H_2N.CH_2.CH_2.NH_2$. Zbuduj trzy modele. Do każdego potrzebujesz dwóch C^k , dwóch N^k i ośmiu H^a .

Użyj srebrnego atomu M^l i dołącz do niego trzy ligandy. Powstały model może reprezentować na przykład $Co(en)_3^{3+}$, gdzie en = 1,2 diaminoetan (rycina 64).



Ryc. 64. Jon tris (etylenodiamino) kobaltowy (III)

10.2 *Czy można zbudować izomery $Co(en)_3^{3+}$, zakładając, że konfiguracje poszczególnych centrów atomowych pozostaną niezmienione?*

Teraz zbuduj modele $Zn(en)_2^{2+}$ (tetraedryczny) i $Cu(en)_2^{2+}$ (płaski kwadratowy).

10.3 *Czy którykolwiek z powyższych złożonych jonów może istnieć jako izomer?*

Uwagi i odpowiedzi na pytania

1. Zasady kształtu molekularnego

1.1 Obliczony kąt wynosi $109^\circ 28'$

1.2 Nie

1.3 Piramida

1.4 Tetraedryczny: NH_4^+ jest izoelektronowy z CH_4 i dlatego ma ten sam kształt

1.5 (a) Wygięty, z tego samego powodu, dla którego H_2O jest wygięty.

(b) Piramidalny, ponieważ jest izoelektronowy z NH_3 (patrz pytanie 1.3)

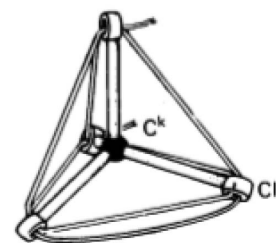
1.6 PCl_3 ma strukturę piramidalną, taką jak amoniak, a jego struktura elektronowa jest pokazana na diagramie 1.

wiązanie		suma promieni kowalencyjnych			odległość między jądrami	Orbitale 3 cm na 100 pm	Minit 2 cm na 100 pm
$C \equiv C$		62	+	62	=	124	2,0
$S-H$		100	+	30	=	130	2,0
$C \equiv N$	aromatyczny	70	+	62	=	132	2,0
$C=C$		67	+	67	=	134	2,0
$C \equiv C$	aromatyczny	70	+	70	=	140	2,0
$C-O$		77	+	67	=	144	2,5
$C-N$		77	+	67	=	147	2,5
$C-C$		77	+	77	=	154	2,5
$C-Cl$		77	+	99	=	176	3,0
$C-S$		77	+	100	=	177	3,0
$P-O$		110	+	67	=	177	3,0
$Cl-Cl$		99	+	99	=	198	3,5
$S-S$		100	+	100	=	200	3,5
Elastyczne rurki do wielokrotnego wiązania						4,5	2,5

Zasady kształtu molekularnego

Cząsteczki oparte na czworoscianie

Położenia wiązań z atomu są określone przez fakt, że pary elektronów tworzące wiązania odpychają się elektrostatycznie. Na przykład tetrachlorometan, CCl_4 , ma cztery wiązania elektronów $C-Cl$. Gdyby wiązania były ułożone w kwadratowy planarny sposób, pomiędzy sąsiednimi wiązaniami byłby kąt 90° . Skonstruuj model cząsteczki CCl_4 , korzystając z czarnego atomu węgla, C^k i czterech zielonych atomów chloru, Cl^a , połączonych rurkami. Przeciagnij nitkę przez atomy chloru, tak aby wszystkie zostały ze sobą połączone, jak pokazano na rycinie 1. Zwróć uwagę, że utworzony kształt to piramida lub czworoscian.

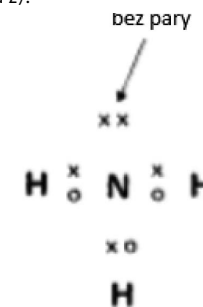


Ryc. 1. Tetrachlorometan z bawełną

1.1 *Jaki jest kąt między sąsiednimi wiązaniami? Zmierz kąty za pomocą kątomierza i sprawdź, czy wszystkie są w przybliżeniu równe.*

1.2 *Czy można opracować kształt dla CCl_4 , w którym wszystkie kąty wiązania są większe niż otrzymane?*

Cztery atomy chloru znajdują się w rogach czworoscianu z atomem węgla w środku. Amoniak, NH_3 , zawiera trzy wiązania par elektronowych, $N-H$ i jedną parę pojedynczą (rycina 2).



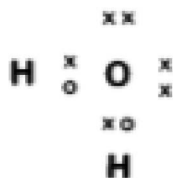
Ryc. 2. Amoniak

Kształt cząsteczki amoniaku jest wynikiem odpychania się czterech par elektronów (trzy pary wiązań i jedna para samotna). Aby skonstruować model, weź niebieski czterowartościowy azot N^k i przymocuj atomy wodoru H^a do trzech wypustek za pomocą rurek. Pozostaw czwartą wypustkę niezajętą, aby przedstawić samotną parę.

1.3 *Opisz kształt cząsteczki amoniaku.*

1.4 *Jaki kształt przewidziałbyś dla jonu amonowego, NH_4^+ ?*

Woda, H_2O , ma konfigurację elektronową pokazaną na rycinie 3.



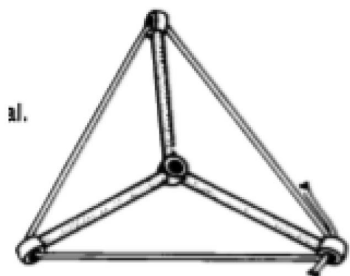
Ryc. 3. Woda

Weź czerwony czterowartościowy atom tlenu O^k i przymocuj atomy wodoru H^a do dwóch wypustek za pomocą rurek. Pozostaw dwie pozostałe wypustki puste, aby oznaczyć pojedyncze pary. Wygięty kształt jest dobrze widoczny.

1.5 Jaki kształt przewidziałbyś dla (a) H_2S ; (b) jon hydroksydowy, H_3O^+ ?

Cząsteczki oparte na trójkącie

Gdy cząsteczka ma trzy wiązania par elektronowych i nie ma pojedynczych par, kształt jest płaski zamiast piramidalny. Płaski kształt pozwala, aby kąt między wiązaniami wynosił 120° i np. jest większy niż w NH_3 . Trichlorek boru, BCl_3 , jest jednym z przykładów. Trygonalny atom węgla, C , może być użyty do reprezentowania boru w tym przykładzie. Dołącz do niego trzy atomy chloru, Cl^a . Przeciągnij nitkę przez atomy chloru i zauważ, że powstaje trójkąt równoboczny (rycina 4). Porównaj kształt tej cząsteczki z NH_3 .

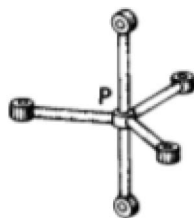


Ryc. 4. Trichlorek boru z nitką

1.6 Napisz konfigurację elektronową PCl_3 i stwórz jej model, biorąc pod uwagę możliwość tworzenia pojedynczych par.

Cząsteczki oparte na bipiramidzie trygonalnej

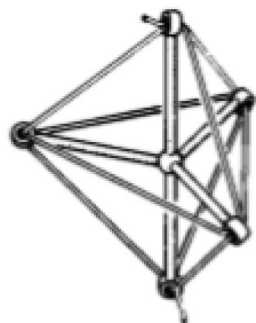
Cząsteczki oparte na trójdzielnym pentachloru fosforu bipiramidu, PCl_5 , mają pięć wiązań odpychających. Jego kształt można wyprowadzić z kształtu BCl_3 , przepychając cienką rurek przez atom, jak pokazano na rycinie 5 i dodając atom chloru, Cl^a , na końcu każdego tak utworzonego wiązania osiowego.



Ryc. 5. Pentachlorek fosforu

Zestaw zapewnia pięciowartościowy atom fosforu, P^m . Jeden atom fosforu połącz z pięcioma atomami chloru, Cl^a . Aby kształt był lepiej widoczny, weź kawałek nitki i przeciągnij ją przez atom chloru, jak pokazano na rycinie 6. Stworzony kształt jest połączeniem dwóch piramid, tj. bipiramidy trygonalnej.

1.7 Napisz konfigurację elektronową dla SF_4 i ClF_3 oraz spróbuj przewidzieć ich kształty. Czy kształty będą oparte na bipiramidzie trygonalnej?



Ryc. 6. Pentachlorek fosforu z nitką – chlorek fosforu(V).

Jon siarczanowy SO_4^{2-} może być pochodną z tej struktury przez usunięcie dwóch jonów wodoru.



Ryc. 57 i 58. SF_6 , tlenek siarki (VI)

H^+ : aby to osiągnąć, odłącz dwie grupy hydroksylowe OH i zastąp każdą z nich atomem tlenu, O^a . Zauważ, że powstała struktura ma pełną tetraedyczną symetrię.

9.5 Wymień inny jon o tej samej strukturze i takiej samej konfiguracji elektronowej, co jon siarczanowy SO_4^{2-}

Triflork tlenek siarki [tlenek siarki (VI)], SO_3

Ścisłe mówiąc, nazwa „triflork tlenek siarki” powinna być stosowana wyłącznie do gatunków molekularnych SO_3 , które występują tylko w podwyższonych temperaturach w fazie pary. Jego kształt opiera się na płaskim trójkącie z atomem siarki w środku. W temperaturze pokojowej w postaci stałej występują „polimery”, takie jak S_3O_9 . Aby zbudować model tego ostatniego, potrzebujesz trzech atomów siarki S^k , trzech atomów tlenu O^a i sześciu atomów tlenu O^a . Zacznij od skonstruowania pierścienia przy użyciu trzech atomów S^k i trzech atomów O^a jak na rycinie 57. Następnie dodaj sześć atomów O^a jak na rycinie 58. Zauważ, że powstała struktura jest pod pewnymi względami analogiczna do P_4O_{10} .

10. Jony złożone

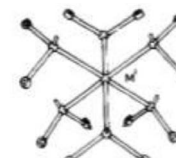
Zasady leżące u podstaw kształtu

Kształt złożonego jonu zależy od liczby ligandów (cząsteczki koordynowane), a także od czynników, takich jak liczba niezwiązanych elektronów obecnych w najwyższych poziomach energetycznych atomu metalu. Większość kompleksów heksadentatu (tj. z sześcioma wiązaniami) jest w przybliżeniu oktaedryczna i może być przedstawio-

na za pomocą srebrnych oktaedrycznych atomów M^l . Kompleksy tetradentatu (cztery wiązania) są czasami tetraedryczne, a czasem kwadratowe. Te ostatnie mogą być reprezentowane w formie modelu przy użyciu atomów oktaedrycznych, ale pomijając umieszczenie grup wzdłuż jednej osi.

Proste kompleksy oktaedryczne

Ryciny 59, 60 i 61 przedstawiają odpowiednio jony złożone $Cr(H_2O)_6^{3+}$, $Co(NH_3)_6^{3+}$ i $Fe(CN)_6^{3-}$, aby zilustrować ogólne zasady. Należy zauważyć, że w każdym przypadku należy zastosować to samo srebrne oktaedryczne atomy. W każdym przypadku zacznij od skonstruowania modelu ligandów, na przykład sześciu cząsteczek wody przy użyciu atomów tlenu, O^k lub sześciu cząsteczek amoniaku przy użyciu atomów azotu N^k . Następnie przyłącz do centralnego atomu metalu za pomocą rurek przymocowanych do jednej z wypustek reprezentujących wolną parę elektronową na każdej ligandzie.



Ryc. 59. Jon heksaakwachromu (III)



Ryc. 60. Jon heksaamminekobaltu (III)



Ryc. 61. Jon heksacyanożelazowy (III), wielokrotne wiązania zostały pominięte

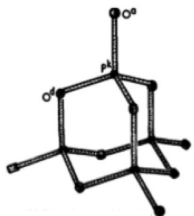
Jony, H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} i PO_4^{3-} można konstruować, usuwając kolejno grupy hydroksylowe $-\text{OH}$ i zastępując każde z nich atomem tlenu O^\ominus .

Tlenek fosforu (V). P_4O_{10} można skonstruować jak na rycinie 53, stosując cztery atomy tetraedrowe fosforu, P^k , sześć atomów tlenu, O^\ominus i cztery atomy tlenu, O^\ominus . Cała konstrukcja oparta jest na tetraedrze. Tlenek fosforu (V) jest bezwodnikiem kwasowym kwasu fosforowego. Zauważ, że ta struktura nie różni się od diamentu, w którym wiązania tetraedryczne również określają kształt.

9.2 Kwas pirofosforowy ma wzór cząsteczkowy $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Może powstać w wyniku działania wody na tlenek fosforu (V). Zaproponuj strukturę i stwórz model.

Tlenek fosforu (III), P_4O_6

Model tlenku fosforu (III) można skonstruować, usuwając cztery atomy tlenu O^\ominus z narożników modelu tlenku fosforu (V) zbudowanego jak na rysunku 53.



Ryc. 53. Tlenek fosforu (V)

Siarka

Gdy atom siarki tworzy dwa pojedyncze wiązania, występują również dwie wolne pary elektronów. W konsekwencji wiązania są pod kątem około 100° względem siebie. Najczęstszą cząsteczkową formą siarki jest forma pierścieniowa, S_8 , w której osiem atomów z wiązaniami pod kątem około 100° (S^\ominus) łączy się, tworząc strukturę pierścienia, rycina 54. Zbuduj jej model.



Ryc. 54. Pierścień siarki

Powyższa postać pierścienia występuje w rombowych i monoklinicznych kryształach siarki i trwa do osiągnięcia temperatury topnienia. Dalsze ogrzewanie powoduje, że pierścienie otwierają się i łączą, tworząc łańcuchy polimerowe. Otwórz model pierścieniowy S_8 i zwróć uwagę na zygawkowatą naturę utworzonego łańcucha. Cząsteczki łańcuchowe tego rodzaju stanowią siarkę z tworzywa sztucznego.

Siarkowodór, H_2S

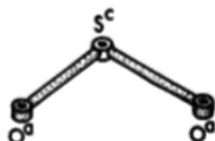
Kształt cząsteczki siarkowodoru jest podobny do cząsteczki wody, ale kąt wiązania jest nieco inny.

9.3 Wyjaśnij, dlaczego cząsteczka H_2S jest nieliniowa.

9.4 Wodór tworzy polisiarcki, H_2S_x , gdzie $x = 1-6$. Zaproponuj dla nich struktury i zbuduj modele.

Dwutlenek siarki, SO_2

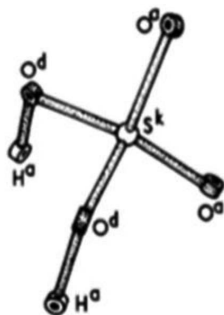
Dwutlenek siarki ma wolną parę elektronów na atomie siarki i dlatego jest nieliniowy. Aby zbudować model, postępuj jak na rycinie 55.



Ryc. 55. Dwutlenek siarki

Kwas siarkowy, H_2SO_4

Kwas siarkowy zawiera tetraedryczny atom w centrum (por. kwas fosforowy). Aby zbudować jego model, postępuj jak na rysunku 56.



Ryc. 56. Kwas siarkowy



Ryc. 7. Fluorek siarki (VI) z nitką

Cząsteczki oparte na ośmiościanie foremnym (oktaedr)

Fluorek siarki (VI) SF_6 ma sześć wiązań odpychających skierowanych do rogów ośmiościanu. Weź atom siarki i dołącz do niego sześć atomów F^\ominus (użyj atomów Cl^\ominus , jeśli F^\ominus nie jest obecny). Przeciagnoj nitkę przez atomy fluoru jak poprzednio i obserwuj zbudowany ośmiościan.

1.8 Zmierz kąty między sąsiednimi wiązaniami.

1.9 Napisz strukturę elektronową, a tym samym spróbuj przewidzieć kształt BrF_5 .

Podsumowanie

Kształty prostych cząsteczek są określone przez liczbę wiązań i liczbę samotnych par w powłoce walencyjnej atomu środkowego.

- Trzy wiązania – trójkątna cząsteczka
- Cztery wiązania – cząsteczka tetraedryczna
- Trzy wiązania i jedna samotna para – cząsteczka piramidalna
- Dwa wiązania i dwie samotne pary – cząsteczka kątowa (wygięta)
- Pięć wiązań – piramida trygonalna
- Sześć wiązań – cząsteczka oktaedryczna

2. Nasycone węglowodory

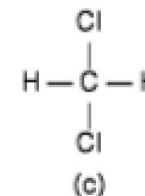
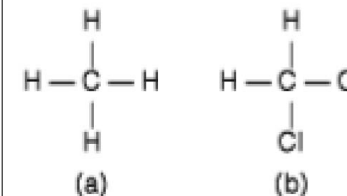
Metan, CH_4

Atom węgla w metanie i we wszystkich strukturach „nasyconych” ma konfigurację czworosienną. Zbuduj model cząsteczki CH_4 z wykorzystaniem tetraedrycznego atomu węgla C^k i czterech atomów wodoru H^\ominus .

Użyj tabeli III, aby wybrać odpowiednie długości wiązania dla tej i innych cząsteczek organicznych.

2.1 Jaki jest przybliżony kąt między sąsiadującymi wiązaniami? Zmierz kąty za pomocą kątomierza i sprawdź, czy wszystkie są takie same.

Trudno jest przedstawić trójwymiarowe struktury na papierze i stosowane jest prezentowanie wiązań tak, jakby leżały w płaszczyźnie, pod kątem 90° między sąsiednimi wiązaniami, rycina 8 (a). Ta metoda ma ograniczenia przy przedstawianiu bardziej skomplikowanych struktur. Aby wziąć prosty przykład, skonstruuj modele struktur pokazanych na rysunku 8 (b) i 8 (c), dichlorometan, CH_2Cl_2 . Potrzebne będą następujące atomy: H^\ominus , Cl^\ominus i C^k .



Ryc. 8. (a) Metan, (b) i (c) dichlorometan

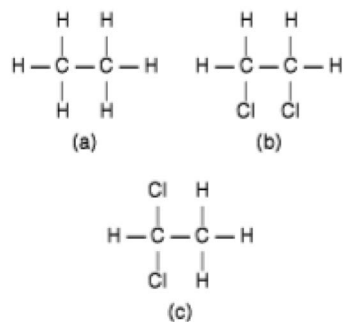
2.2 Czy struktury (b) i (c) reprezentują te same czy różne cząsteczki? W razie wątpliwości obróć oba modele w taki sposób, aby były zbieżne.

Etan, C_2H_6 i propan, C_3H_8

Zbuduj model cząsteczki etanu, C_2H_6 , używając dwóch atomów węgla, C^k i sześciu atomów wodoru, H^\ominus , jak na rysunku 9 (a). Zauważ, że turki umożliwiają swobodny obrót, tak że grupy metylowe CH_3 można obracać względem siebie. Swobodny obrót jest typowy dla połączeń pojedynczych wiązań.

Teraz skonstruuj model 1,2-dichloroetanu, $C_2H_4Cl_2$, rycina 9 (b). Ponieważ grupy końcowe można obracać względem siebie, nie jest możliwe wytworzenie więcej niż jednego rodzaju cząsteczki z dwoma atomami chloru przyłączonymi do różnych atomów węgla.

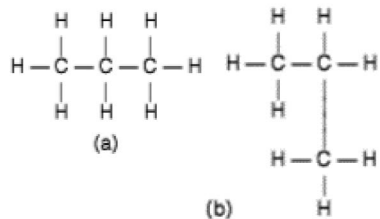
2.3 Zbuduj model 1,1-dichloroetanu, rycina 9 (c). Ile jest różnych rodzajów cząsteczek (izomerów) odpowiadających wzorowi cząsteczkowemu $C_2H_4Cl_2$?



Ryc. 9 (a) Etan (b) 1,2-dichloroetan (c) 1,1-dichloroetan

Teraz zbuduj dwie struktury C_3H_8 przedstawione na rycinie 10. Zrobileś cząsteczki następnego alkanu, propanu. Eksperymentuj z obracaniem wiązań węgiel-węgiel w taki sam sposób, jak w przypadku struktur etanowych.

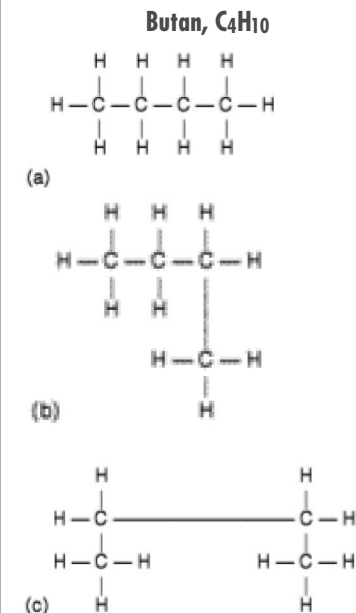
2.4 Ile różnych konstrukcji można wykonać zgodnych z C_3H_8 , uwzględniając fakt, że jeśli jeden kształt można przekształcić w inny poprzez swobodny obrót, reprezentowane substancje są w rzeczywistości takie same?



Ryc. 10. Dwie alternatywne reprezentacje propanu

2.5 Spróbuj ustalić na papierze, ile izomerów chloropropanu C_3H_7Cl można zbudować. Sprawdź swoje prognozy, konstruując modele.

2.6 Ile jest izomerów dichloropropanu, $C_3H_6Cl_2$?

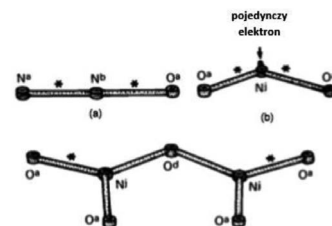


Ryc. 11. Butan - trzy alternatywne reprezentacje

2.7 Zbadaj trzy różne diagramy na rycinie 11. Czy w rzeczywistości reprezentują różne cząsteczki, umożliwiając swobodny obrót grup wokół wiązań węgiel-węgiel?

Wszystkie trzy diagramy na rycinie 11 zawierają tak zwany „prosty łańcuch” atomów węgla. Zazwyczaj jest to przedstawione na papierze jako C—C—C, chociaż jeśli atomy nie są w linii prostej, nie ma to znaczenia. Jest tylko jeden prosty łańcuch izomeru butanu, często nazywany butanem lub n-butanem. „Kregosłup” węgla nie jest w rzeczywistości prosty, ale zygzakowaty, jak powinien pokazać Twój model. W stałym kryształku powstaje regularny zygzak, ale w fazie ciekłej i parowej może wystąpić obrót wokół wszystkich wiązań, a kregosłup może skręcać się w różnego rodzaju kształty bez rozpadu struktury.

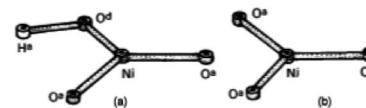
mają być zastosowane w konstrukcji modeli. Łatwiej jest pominąć każdą próbę przedstawienia podwójnych wiązań. Wiązania oznaczone * (gwiazdką) można uznać za podwójne. Ponadto łatwiej jest założyć, że wszystkie wiązania są tej samej długości, chociaż w rzeczywistości tak nie jest.



Ryc. 48. (a) Tlenek diazotu, (b) jon azotowy [azotan (III)], (c) tlenek diazotu (V)

Kwas azotowy [kwas azotowy (V)] HNO_3

Rycina 49 pokazuje strukturę kwasu azotowego wraz z literami kodowymi atomów, które mają być użyte do budowy modelu. Pokazano również jon azotanowy NO_3^- .



Ryc. 49. (a) Kwas azotowy, (b) jon azotanowy

Kwas azotowy [kwas azotowy (III)], HNO_2

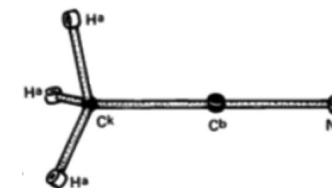
Kwas azotowy zawiera wolną parę elektronów. Jego struktura może pochodzić od kwasu azotowego, w wyniku usunięcia atomu tlenu wraz z jego wiązaniem i pozostawienie wolnego wiązania, oznaczającego wolną parę elektronów. Jon azotowy [jon azotanowy (III)], NO_2^- , może pochodzić podobnie z jonu azotanowego, NO_3^- .

Cyanowodór, HCN

Cyanowodór ma strukturę $H-C\equiv N$. Zauważ, że atom węgla jest liniowy, podobnie jak w etynie, $H-C\equiv C-H$. Zbuduj model cyanowodoru za pomocą atomów H^a , C^b i N^c . Jon cyjanowy, CN^- , można

przedstawić po prostu przez odłączenie atomu wodoru wraz z jego wiązaniem. (Patrz także związki kompleksowe, rys. 61).

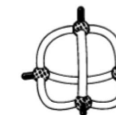
Organiczne cyjanozwiązki, znane również jako nityle, można uznać za pochodzące z cyjanowodoru przez zastąpienie atomu wodoru grupą alkilową lub inną. Na przykład, rycina 50 ilustruje cyjanometan, CH_3CN . Ścisłej, wiązanie C—N jest wiązaniem potrójnym $C\equiv N$.



Ryc. 50. Cyjanometan

Biały fosfor, P_4

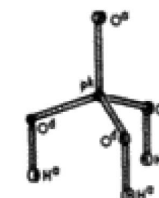
Rycina 51 pokazuje model cząsteczki P_4 . Należy pamiętać, że występuje zniekształcenie wiązań i należy stosować elastyczne słomki. Użyj czterech atomów P^k połączonych elastycznymi rurkami.



Ryc. 51. Cząsteczka P_4

Kwas fosforowy, H_3PO_4

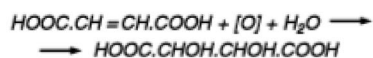
Kwas fosforowy ma strukturę, w której centralny atom fosforu jest tetraedyczny. Rycina 52 pokazuje jego strukturę wraz z wiązaniami i centrami atomowymi wymaganymi do zbudowania modelu. Zauważ, że dla uproszczenia nie podjęto próby rozróżnienia podwójnych i pojedynczych wiązań.



Ryc. 52. Kwas fosforowy

mol każdej postaci plus dwa mole wody krystalizacyjnej. Właściwości chemiczne modyfikacji D i L kwasu winowego są identyczne. Właściwości fizyczne (oprócz działania na światło spolaryzowane) są również identyczne.

8.5 Istnieją dwa kwasy odpowiadające wzorowi $\text{HOOC.CH}=\text{CH.COOH}$. $\text{CH}=\text{CH.COOH}$, w zależności od tego, czy grupy karboksylowe są cis albo trans dla wiązania podwójnego. Użyj modeli, aby przewidzieć, która forma kwasu winowego powstaje podczas utleniania rozcieńczonym roztworem nadmanganianu potasu:



Załóżmy, że dwie grupy hydroksylowe są dodane z tej samej strony podwójnego wiązania.

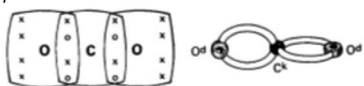
Podsumowanie

Stereoizomerię można podzielić na izomerię geometryczną i izomerię optyczną. Aby substancja molekularna była optycznie aktywna, musi posiadać cząsteczki bez płaszczyzny lub środka symetrii. Takie cząsteczki nie nakładają się na swoje lustrzane odbicie. Atom węgla staje się asymetryczny, jeśli jest przyłączony do czterech różnych grup. Gdy w cząsteczce istnieją dwa centra asymetryczne, cząsteczka jako całość może posiadać płaszczyznę symetrii i być optycznie nieaktywna.

Proste cząsteczki nieorganiczne

Dwutlenek węgla, CO_2

Atom węgla w dwutlenku węgla zawiera dwa podwójne wiązania i nie ma pojedynczych par. Jego kształt jest zatem liniowy, w przeciwieństwie do wygiętego H_2O . CO_2 nie ma pojedynczych par, które mogą zniekształcać jego kształt. Aby zbudować model, połącz atom C^k z dwoma atomami O^d za pomocą elastycznych rurek (rycina 45).



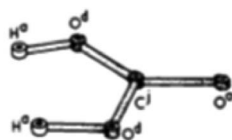
Ryc. 44 i 45. Dwutlenek węgla

Prostszym przedstawieniem jest użycie sztywnych zielonych rurek łączących liniowo atom C^b z dwoma atomami O^a (por. uproszczone przedstawienie grupy karbonylowej).

9.1 Dwusiarek węgla jest lotną cieczą o wzorze cząsteczkowym CS_2 . Zaproponuj strukturę i konfigurację elektronową oraz stwórz model.

Kwas węglowy, H_2CO_3

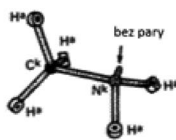
Roztwór dwutlenku węgla w wodzie zawiera kwas węglowy, H_2CO_3 . Konfiguracja elektronowa atomu węgla jest podobna do tej w etenie z trzema wiązaniami i bez pojedynczych par. Wykonaj model jak na rys. 46. Jon węglanowy CO_3^{2-} jest całkowicie symetryczny z kątami 120° między wszystkimi wiązaniami $\text{C}-\text{O}$.



Cząsteczki zawierające azot

Kierunki wiązań wokół atomu azotu zależą od ich liczby i liczby pojedynczych par.

Modele amoniaku, NH_3 i jonu amonowego NH_4^+ zostały już opisane. Zasady leżące u podstaw kształtów cząsteczek zostały również tam omówione. W celu dalszych ćwiczeń zbuduj model metyloaminy CH_3NH_2 (rycina 47).

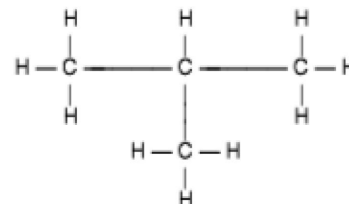


Ryc. 47. Metyloamina

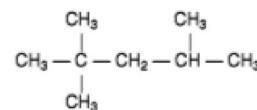
Niektóre tlenki azotu

Rycina 48 pokazuje struktury niektórych powszechnych tlenków azotu, oznaczonych literami kodowymi atomów, które

Skonstruuj inny model C_4H_{10} , tym razem używając konfiguracji „rozgałęzionego łańcucha” pokazanej na rycinie 12. Przedstawia izomer butanu, czasami określaną jako izo-butan, chociaż lepsza nazwa to metylopropan.



Ryc. 12. Metylopropan



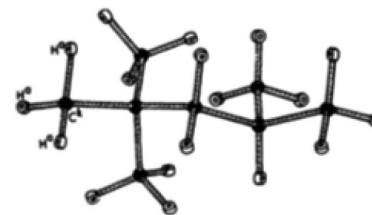
Ryc. 13. 2,2,4-trimetylopentan

2.8 Czy istnieją inne możliwe izomery o wzorze cząsteczkowym C_4H_{10} ?

Wyższe alkanany

Ropa naftowa składa się zasadniczo z mieszaniny alkanów o różnej liczbie atomów węgla do około 30. Najbardziej naturalnie występujące alkanany to „łańcuchy proste”, ale „alkany o rozgałęzionym łańcuchu” są ważne z handlowego punktu widzenia. Na przykład 2,2,4-trimetylopentan jest ważnym składnikiem paliwa silnikowego.

Zbuduj model 2,2,4-trimetylopentanu.
2.9 Jak myślisz, ile izomerów zawiera 2,2,4-trimetylopentan?

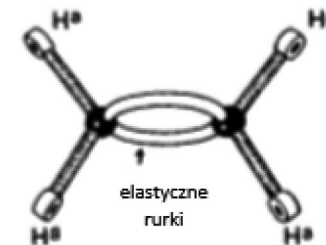


Ryc. 14. 2,2,4-Trimetylopentan

Nienasycone węglowodory

Eten, C_2H_4

Weź dwa atomy węgla, C^k , i połącz po dwa atomy wodoru H^a do każdego. Teraz weź dwie elastyczne rurki i wykonaj podwójne wiązanie między atomami węgla (ryc. 15). Każda elastyczna rurka reprezentuje parę elektronów, w taki sam sposób jak sztywne słomki.



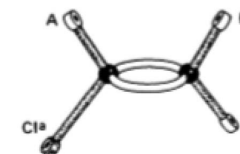
Ryc. 15. Eten

- 3.1 Czy wszystkie atomy leżą w płaszczyźnie?
- 3.2 Czy cząsteczkę można obracać wokół wiązania $\text{C}-\text{C}$?
- 3.3 Ile par elektronów ma każdy atom węgla w etenie?
- 3.4 Ile elektronów wiążących przypada na jeden atom węgla? Porównaj swoją odpowiedź z tą dotyczącą atomów węgla w etanie.

Pochodne etenu

Usuń jeden atom wodoru i rurkę z modelu etenu i zastąp je atomem chloru, Cl^a i rurką. Zbudowałeś teraz chloroeten, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ (znany przemysłowo jako chlorek winylu).

- 3.5 Gdybyś wybrał inny atom wodoru do zastąpienia go chlorem, czy doprowadziłoby to do powstania innej struktury?
- 3.6 Ile jest możliwych izomerów $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$? Wymień trzy modele chloroetenu, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$. Przekonaj się, że są identyczne. (ryc. 16).



Ryc. 16. Chloroeten

Weź pierwszy model i zamień atom wodoru A na atom chloru. Teraz weź drugi model i zamień atom wodoru B na chlor. Na koniec weź trzeci model i zamień atom wodoru C na chlor.

Nazwij te trzy struktury odpowiednio A, B i C. Wszystkie są formami dichloroetenu, $C_2H_2Cl_2$, ale nie są identyczne. Model A ma oba atomy chloru na atomie węgla 1 i nazywa się 1,1-dichloroetenem. Oba modele B i C mają atomy chloru na różnych atomach węgla: oba nazywane są 1,2-dichloroetenem. Zobaczysz jednak, że B i C są różnymi strukturami.

3.7 Czy można przekształcić B w C poprzez skręcanie, bez zerwania wiązania podwójnego?

Struktury B i C reprezentują tzw. izomerię geometryczną, która jest formą stereoizomerii. Izomery geometryczne mają struktury, w których atomy są podobnie połączone, ale różnią się w wyniku ograniczonego obrotu wiązania w cząsteczce. Jeśli możliwa jest swobodna rotacja, jeden izomer można przekształcić w drugi. Izomer z obydwoma atomami chloru po tej samej stronie jest nazywany izomerem cis (struktura C), a druga struktura jest nazywana izomerem trans (struktura B). Pełna nazwa struktury C na przykład to cis-1,2-dichloroeten.

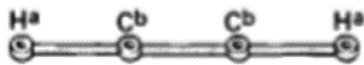
Etyn (acetylen)

Etyn ma potrójne wiązanie między atomami węgla. Ponieważ na atomach węgla nie ma pojedynczych par, konfiguracja atomów jest liniowa. Skonstruuj model etynu, używając trzech elastycznych rurek między atomami węgla, C^k , jak pokazano na rycinie 17. Zauważ, że w rurkach występuje znaczne napięcie, reprezentujące znaczną reaktywność wiązania C—C.



Ryc. 17. Etyn

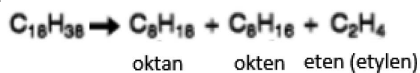
Alternatywnym sposobem reprezentacji etynu jest użycie liniowych atomów C^b połączonych krótką sztywną rurką (rycina 18).



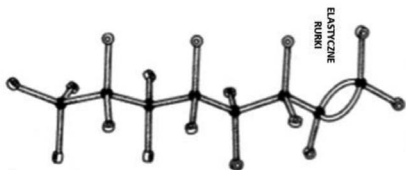
Ryc. 18. Etyn

Kraking (pękanie) ropy naftowej

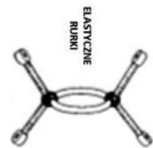
Termin „pękanie” oznacza rozbitcie dużej cząsteczki na mniejsze fragmenty. Ropa naftowa zawiera zbyt wiele dużych cząsteczek (olej smarowy itp.) i niewystarczająco małych cząsteczek (paliwo silnikowe). Typowe równanie dla procesu pęknięcia to:



Aby zrobić model oktenu, użyj elastycznych rurek do połączenia dwóch atomów węgla podwójnym wiązaniem jak w etenie (ryc. 19).



Ryc. 19. Okten C_8H_{16}



Ryc. 20. Eten

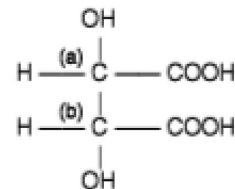
4. Węglowodory cykliczne

Proste struktury cykliczne

Wiemy, że tak zwane węglowodory „o prostym łańcuchu” są w rzeczywistości strukturami zygzakowatymi, które mogą być zniekształcone przez swobodny obrót. Kąt wiązania tetraedycznego (około 110°) pozwala również na tworzenie różnych struktur pierścieniowych. Nasycone węglowodory z pierścieniami w swoich strukturach są nazywane cykloalkanami.

Cząsteczki z dwoma asymetrycznymi atomami węgla

Kwas winowy (kwas 2,3-dihydroksybutanodiowy) ma strukturę:

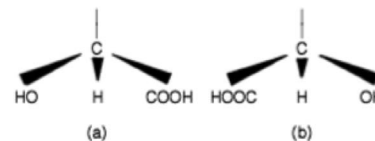


Należy zauważyć, że oba atomy węgla (a) i (b) są asymetryczne, tj. każdy z nich jest połączony z czterema różnymi atomami lub grupami. Gdy cząsteczka ma więcej niż jedno centrum asymetryczne, możliwe są dalsze izomery optyczne. Aby dowiedzieć się, ile może ich być, wykonaj następujące czynności.

Zbuduj cztery modele jednego końca cząsteczki kwasu winowego, jak na rycinie 41 (a). Nazwij je „lewostronny” i „prawostronny”, jak pokazano na rysunku 41 (b).

Połącz połówki w następujący sposób:

- (1) lewostronny połącz z prawostronnym; w ten sposób wykonaj dwa modele;
- (2) lewostronny połącz z lewostronnym;
- (3) prawostronny połącz z prawostronnym.



Ryc. 41

Weź model (2) i umieść go obok lustra, tak jak to zrobiłeś z prostym modelem. Teraz weź model (3) i umieść go za lustrem. Dostosuj względne pozycje grup, tak aby odbicie lustrzane (2) pokrywało się dokładnie z (3). Należy zauważyć, że w tym celu może być konieczne obrócenie grup wokół wiązań węgiel-węgiel, a także może być konieczne obrócenie samych grup karboksylowych i hydroksylowych. (ryc. 42).

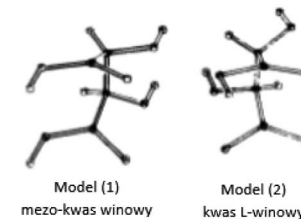


Ryc. 42. Kwas winowy i jego odbicie lustrzane

Konfiguracje (2) i (3) są optycznie aktywnymi formami kwasu winowego, tj. roztwory każdego z nich mają równe i przeciwne działanie na płaszczyznę światła spolaryzowanego.

Teraz weź dwa modele wykonane jak w (1). Umieść jedno przy lustrze i spróbuj ułożyć drugie tak, aby pokrywało się z lustrzanym odbiciem pierwszego. Tak jak poprzednio, może być konieczne obrócenie grup, ale ważne jest, aby nie rozłączać żadnych wiązań.

Model (1) można nałożyć na jego odbicie lustrzane, mimo że ma dwa asymetryczne atomy węgla. Powodem jest to, że jeden koniec cząsteczki jest lustrzanym odbiciem drugiego końca, a cząsteczka jako całość ma płaszczyznę symetrii. (1) jest znany jako forma mezo: ponieważ cała cząsteczka nie jest asymetryczna, nie obraca płaszczyznę światła spolaryzowanego. Rycina 43 ilustruje trzy postacie kwasu winowego.



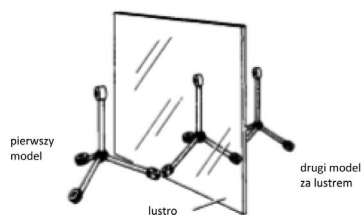
Model (3)
Ryc. 43

Istnieje czwarta postać kwasu winowego, kwas racemiczny wytwarzany przez krystalizację kwasu winowego z równomolewlej mieszaniny form optycznie czynnych (2) i (3). Jego skład może być reprezentowany jako jeden

Chociaż zjawisko aktywności optycznej nie ogranicza się wyłącznie do związków węgla, jest bardzo powszechne. Aby zilustrować efekt użyj atomów węgla, C^k i dołącz cztery rurki. Teraz weź dowolne cztery różnokolorowe atomy i przmocuj je do rurek w dowolnej pozycji. Wynik ilustruje asymetryczną cząsteczkę.

Aby zademonstrować asymetrię, wykonaj drugi model identyczny jak pierwszy. Teraz weź dwa dowolne kolorowe atomy w drugim modelu i wymień ich pozycje. Drugi model jest teraz taki sam jak pierwszy pod każdym względem oprócz jednego; to odbicie lustrzane.

Weź płaskie lustro o takiej wielkości, abyś mógł zobaczyć całe odbicie jednego z modeli i umieść je pionowo, jak pokazano na rysunku 38. Teraz dostosuj drugi model tak, aby pokrywał się dokładnie z obrazem pierwszego modelu.



Ryc. 38

Dwie substancje, które są swoimi lustrzanym odbiciem to izomery optyczne lub enancjomery. Izomeria optyczna jest formą stereoizomerii.

8.1 Czy można obrócić pozycję drugiego modelu, aby wyglądał identycznie z pierwszym, bez wymiany żadnych grup?

8.2 Spróbuj pomyśleć o parach przedmiotów codziennego użytku, które są powiązane w taki sam sposób jak stereoizomery.

8.3 Czy chlorofluorometan, CH_2FCl , wykazuje aktywność optyczną?

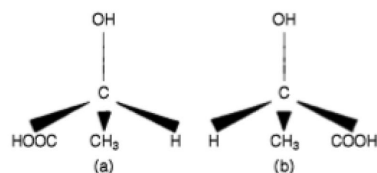
Aby odpowiedzieć na pytanie 8.3, utwórz model cząsteczki, ustaw lustro jak na rycinie 38, a następnie skonstruuj drugi model, aby pokrywał się z lustrzanym odbiciem pierwszego. Następnie sprawdź, czy para modeli jest w rzeczywistości identyczna, obracając je.

Aby cząsteczka była asymetryczna, a tym samym wykazywała aktywność optyczną, muszą być cztery różne grupy przyłączone do atomu węgla. W przypadku CH_2FCl

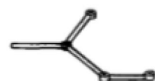
dwie grupy są identyczne (tj. dwa atomy wodoru), a zatem substancja jest optycznie nieaktywna.

Kwas mlekowy (kwas 2-hydroksypropanowy)

Dla ułatwienia instrukcji, wiązania są rysowane w perspektywie w rysunkach cząsteczek asymetrycznych. W przypadku gdy spoiwo jest wykazane jako grubsze na jednym końcu niż na drugim, grubszy koniec jest przyjmowany jako bliższy obserwatorowi. Wykorzystując tę informację, skonstruuj modele dwóch form kwasu mlekowego pokazanych na rycinie 39.



Ryc. 39. (a) kwas D-mlekowy, (b) kwas L-mlekowy



Ryc. 40 Grupa karboksylowa

Grupa karboksylowa $-COOH$ na rycinie 39, jest skonstruowana w sposób przedstawiony na rycinie 40.

Rycina 39 (a) nazywa się kwasem D-mlekowym. Rycina 39 (b) przedstawia kwas L-mlekowy, który działa przeciwnie na płaszczyznę światła spolaryzowanego. Mieszanina dwóch postaci w roztworze 50:50 nie ma wpływu na płaszczyznę światła spolaryzowanego i jest nazywana mieszaniną racemiczną.

8.4 Czy atom węgla grupy karboksylowej, $COOH$, jest asymetryczny i może powodować aktywność optyczną w cząsteczce? Wykonaj model kwasu hydroksyetanowego (sposób I), $CH_2OH.COOH$ i sprawdź, czy jest asymetryczny.

Optycznie czynne substancje występują bardzo często w żywych materiałach. Na przykład kwas D-mlekowy jest wytwarzany w mięśniach. Kwas L-mlekowy nie występuje naturalnie. Ogólnie rzecz biorąc, izomery L są z natury rzadkie.

Cyklopentan, C_5H_{10}

Weź pięć atomów węgla, C^k , i połącz je w „pierścień”.

4.1 Obliczyć różnicę między kątem prostokątnym a kątem wewnętrznym tak utworzonego pięciokąta foremnego.

Na tym etapie należy zauważyć, że pierścień węglowy jest całkowicie płaski. Teraz dołącz dziesięć atomów wodoru, H^a , do wolnych wtyków.

4.2 Czy wiązania $C-C$ mogą być swobodnie obracane, tak jak w przypadku alkanu o łańcuchu prostym? Jeśli nie, to dlaczego?

4.3 Ile izomerów 1,2-dichlorocyklopentanu można wytworzyć, w których atomy chloru są połączone z sąsiednimi atomami węgla?

Cykloheksan, C_6H_{12}

Weź sześć atomów węgla, C^k , i połącz je w „pierścień”. Dodaj dwanaście łączników do wolnych wypustek i podłącz dwanaście atomów wodoru, H^a .

W systemie Orbit należy zastosować wyjątkowo sztywne ciemnoszare słonki do połączeń $C-C$

4.4 Czy powstała w ten sposób struktura pierścienia jest płaska czy kręcona?

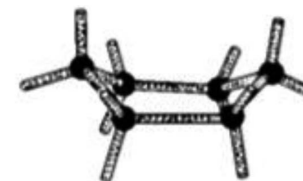
4.5 Jaki jest kąt między sąsiednimi wiązaniami węgiel-węgiel?

4.6 Czy atomy węgla mogą być (a) swobodnie lub (b) lekko obracane względem siebie?

Przekonasz się, że sześciocłonowy pierścień może mieć dwa główne kształty lub konformacje (układ przestrzenny atomów w cząsteczce chemicznej mogący zmieniać się przez obrót wokół pojedynczych wiązań chemicznych, bez ich zrywania). Nazywa się je odpowiednio „krzesłem”, rycina 21 (a) i „łódka”, rycina 21 (b). Dla jasności pominięto atomy wodoru.



Ryc. 21a. „Krzesło”



Ryc. 21b. „Łódka”

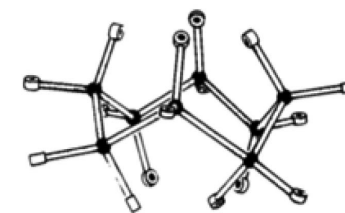
Zauważ, że do danej konformacji należy zastosować lekkie naprężenie, aby przekształcić ją w inną konformację, nawet jeśli wiązania nie muszą zostać zerwane. W praktyce cykloheksan składa się z mieszaniny konformacji w równowadze dynamicznej i nie można ich rozdzielić, ponieważ zbyt łatwo się przekształcają.

Większe pierścienie

Eksperymentuj teraz z większymi strukturami pierścieniowymi, na przykład cykloheptanem, C_7H_{14} i cyklooktanem, C_8H_{16} . Konformacja cyklooktanu „korona” (rycina 22) jest również konformacją przyjętą przez pierścień S_8 w krystalicznych formach siarki.

4.7 Jaki jest kąt wiązania między sąsiadującymi atomami węgla w cykloheptanie i cyklooktanie?

4.8 Synteza bardzo dużych pierścieni atomów, np. pierścienia C_{20} , nie jest łatwa. Dlaczego tak jest?



Ryc. 22. Cyklo-oktan

Mniejsze pierścienie

Używając czterech atomów węgla i łączników (możesz użyć elastycznych rurek), wykonaj cyklobutan, strukturę pierścieniową C_4H_8 .

4.9 Dlaczego cyklobutan jest niestabilny i dość reaktywny? Najmniejszy pierścień, cyklopropan (C_3H_6), ilustruje ten sam efekt w jeszcze bardziej wyraźnym stopniu.

Podsumowanie

Nasycone pierścienie z co najmniej pięcioma atomami węgla nie są naprężone. Nasycone pierścienie z sześcioma lub więcej atomami węgla są niepłaskie i mogą istnieć w więcej niż jednej konformacji. Nasycone pierścienie z czterema lub mniej atomami węgla są napięte z powodu zniekształcenia kątów wiązania w pozycjach tetraedycznych. Są odpowiednio reaktywne.

Grupy funkcjonalne w chemii organicznej

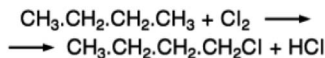
W tej części podsumowano modelowanie głównych grup funkcyjnych w chemii organicznej, biorąc pod uwagę ich wpływ na butan.

Butan, CH₃.CH₂.CH₂.CH₃

Zrób model butanu (ryc. 11) z czterema atomami węgla, C^k i dziesięcioma atomami wodoru, H^a.

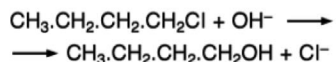
1-chlorobutan, CH₃.CH₂.CH₂.CH₂.Cl

Jeśli butan i chlor zostaną zmieszane i pozwolimy im reagować w rozproszonym świetle, powstaje szereg produktów, w tym 1-chlorobutan. Aby zilustrować tę reakcję podstawienia, utwórz cząsteczkę chloru, Cl₂, łącząc dwa atomy Cl^a. Odlącz atomy chloru od siebie i od ich łączników (ilustrują one obecność wolnych atomów chloru, które, jak się uważa, uczestniczą w reakcji podstawienia). Odlącz teraz atom wodoru za pomocą rurki od końcowego atomu węgla cząsteczki butanu i podłącz go do jednego z wolnych atomów chloru. Podłącz drugi atom chloru z łącznikiem do łańcucha węglowego.



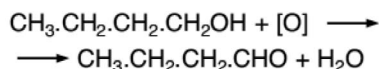
Butan-1-ol, CH₃.CH₂.CH₂.CH₂OH

Jeśli 1-chlorobutan ogrzewa się wodnym roztworem alkaalicznym, OH⁻ (aq), zachodzi reakcja podstawienia. Zrób model jonu wodorotlenkowego OH⁻, używając atomu tlenu, O^d, atomu H^a i dwóch rurek. Łącznik bez dołączonego atomu reprezentuje parę elektronów na atomie tlenu, dając jego ładunek ujemny. Odlączony atom chloru i łącznik od 1-chlorobutanu i dołączony grupę OH.

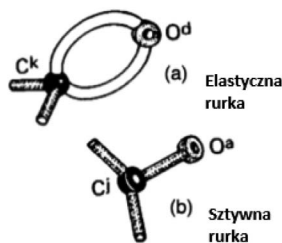


Butanal, CH₃.CH₂.CH₂.CHO

Jeśli butan-1-ol zostanie utleniony przez destylację rozcieńczonym wodnym dichromianem sodu, grupa końcowa –CH₂OH zostanie utleniona do grupy



Z modelu butan-1-olu usuń grupę OH oraz wodór z końca atomu węgla. Utwórz grupę karbonylową (C=O), na jej miejscu, używając atomu tlenu, O^d i dwóch elastycznych łączników. (rycina 23a).



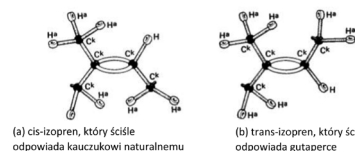
Ryc. 23. Grupa karbonylowa

Alternatywnym sposobem przedstawienia grupy karbonylowej jest zastosowanie atomów Cl i O^a połączonych sztywną rurką (rycina 23b). W tej instrukcji podwójne wiązania są pokazane tylko z elastycznymi rurkami, w których ważny jest obrót.

są wysoco niereaktywne w porównaniu z ich monomerami.

Kauczuki syntetyczne

Kauczuk naturalny jest elastomerem, zawiera cząsteczki złożone średnio z około 104 jednostek izoprenu CH₂=C(CH₃)–CH=CH₂. Izopren można również polimeryzować syntetycznie w postaci izotaktycznej. Podwójne wiązania przekształcają się wzajemnie i te powstałe wiązania mogą być cis lub trans do siebie.



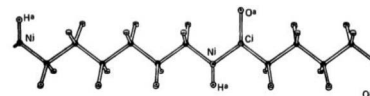
Ryc. 33

Wykonaj modele jednostek monomeru (a) i (b), używając atomów C^k i elastycznych rurek, gdzie wskazano.

Aby stworzyć model z naturalnej gumy, połącz ze sobą kilka jednostek (a). Elastyczna właściwość gumy wynika ze słabych sił przyciągania między sąsiednimi łańcuchami, w połączeniu z niewielkim stopniem przenikania krzyżowego.

Nylon – kopolimer

Termin „nylon” obejmuje kilka różnych skupień kopolimerów podobnego rodzaju. Jedną z postaci, nylon 6–6, powstaje w wyniku reakcji kondensacji między cząsteczkami 1,6-diaminoheksanu H₂N.(CH₂)₆.NH₂, z chlorkiem heksano-1,6 dioulu (chlorek adypylu), Cl.CO.(CH₂)₄.CO.Cl, z eliminacją chlorowodoru. Jednostką powtarzającą się jest –NH.(CH₂)₆.NH.CO.(CH₂)₄.CO–. Rycina 34 pokazuje model jednostki.

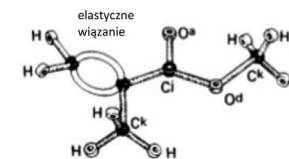


Ryc. 34. Nylon

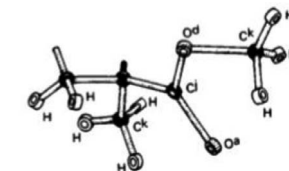
Szko akrylowe (pleksi)

Rycina 35 pokazuje, jak wykonać model monomeru szkła organicznego, metakrylanu metylu. Aktywne podwójne wiązanie pokazano za pomocą elastycznych rurek, tak jak

w przypadku etenu.



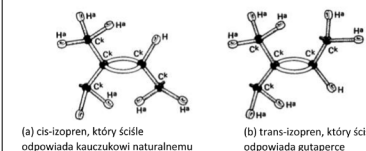
Ryc. 35. Monom szkła akrylowego



Ryc. 36. „Aktywowany” monomer szkła akrylowego

Rycina 36 pokazuje sposób, w jaki możesz przedstawić monomer szkła akrylowego po jego aktywacji przez katalizator.

Aby stworzyć model polimeru szkła organicznego, wykonaj dwie lub trzy takie jednostki monomeru i połącz je razem, tworząc długi łańcuch, jak pokazano na rycinie 37.



Ryc. 37. Polimer szkła akrylowego

8. Izomeria optyczna

Wprowadzenie

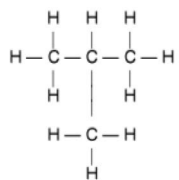
Kiedy cząsteczka ma strukturę bez środka lub płaszczyzny symetrii, mówi się, że jest asymetryczna. Substancje, których cząsteczki są asymetryczne, wykazują aktywność optyczną, to znaczy mogą obracać płaszczyznę polaryzacji światła, jeśli spolaryzowana wiązka zostanie przepuszczona przez roztwór zawierający substancję.

Asymetryczne atomy węgla

Skonstruuj modele cząsteczek z ryciny 25 (a) i 25 (b), Biorąc rozgałęziony izomer butanu i podstawiając różne atomy wodoru grupą hydroksylową, można uzyskać dalsze izomery o wzorze cząsteczkowym $C_4H_{10}O$.

5.2 Ile jest różnych rodzajów atomów wodoru na rysunku 26? (Zbadaj kolejno każdy atom wodoru i do czego jest przyłączony i do jakiego rodzaju grupy należy).

Teraz skonstruuj modele alkoholi $C_4H_{10}O$ w oparciu o rozgałęziony łańcuch na rycinie 26.



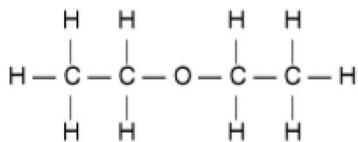
Ryc. 26. Metylopropan

Etery o wzorze cząsteczkowym $C_4H_{10}O$

Jeśli do tej pory poprawnie rozumiałeś, powinieneś być skonstruować cztery różne modele alkoholi (substancji zawierających grupę hydroksylową, $-OH$) o wzorze cząsteczkowym $C_4H_{10}O$; dwa oparte na prostym łańcuchu atomów węgla i dwa na rozgałęzionym łańcuchu.

Nie reprezentuje to jednak wszystkich możliwych sposobów łączenia atomów $C_4H_{10}O$. Można skonstruować kolejną serię modeli, zawierającą łącze $C-O-C$.

Takie związki składają się z dwóch grup alkilowych połączonych z atomem tlenu i są znane jako etery.



Ryc. 27. Etoksyetan (eter dietylowy)

Rycina 27 pokazuje prosty eter etoksyetan, który jest izomeryczny z alkoholami butylowymi. Zbuduj model tego, używając atomu tlenowego, O^d .

5.3 Ile można wytworzyć innych eterów o tym samym wzorze molowym, tj. izomerycznych z etoksyetanem?

Spróbuj przewidzieć możliwości na papierze, a następnie skonstruuj modele. Sprawdź uważnie, czy aby dwa nie są takie same.

Definicje

- (1) Zależność między związkami o tym samym wzorze cząsteczkowym, ale zawierającymi różne grupy funkcyjne, jest czasem znana jako izomeria grup funkcyjnych.
- (2) Zależność między izomerami, które różnią się jedynie charakterem ich grup alkilowych przyłączonych do danej grupy, jest czasami nazywana metamerią.

Dalsze sugestie

Skorzystaj z zestawu modelowego, aby odpowiedzieć na następujące pytania:

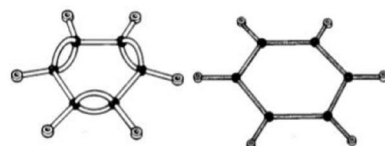
5.4 Ile jest możliwych izomerów o wzorze cząsteczkowym C_3H_8O ? Ile z nich to alkohole a ile etery?

5.5 Ile jest możliwych izomerów o wzorze cząsteczkowym $C_5H_{12}O$? Spróbuj to wypracować na papierze i sprawdź swoje prognozy, konstruując modele.

6. Benzen i jego pochodne

Benzen, C_6H_6

Prawdziwy kształt cząsteczki benzenu to regularny sześciokąt z kątami wiązania 120° na całej długości. Przybliżenie jego struktury można uzyskać, konstruując pierścień przy użyciu sześciu atomów węgla C^k , połączonych naprzemiennie wiązaniami podwójnymi i pojedynczymi. Sześć atomów wodoru H^a łączy się następnie z pozostałymi wypustkami (ryc. 28).



Ryc. 28.

Ryc. 29.

Lepszą reprezentacją jest użycie sześciu trygonalnych atomów węgla, C^l , w postaci płaskiego pierścienia, z sześcioma atomami wodoru przymocowanymi do pozostałych wypustek (rycina 29). Można również reprezentować obecność p-orbitali, które tworzą wiązanie pi w benzenie,

wsuwając cienie rurki przez otwory w atomach węgla w taki sposób, że połowa rurki pojawia się po każdej stronie.

Chlorobenzen, C_6H_5Cl

Odtłóż jeden atom wodoru wraz z jego wiązaniem od modelu benzenu i dołącz atom chloru, Cl^a . Powstał model chlorobenzenu.

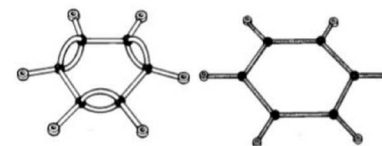
6.1 Czy izomeryzacja chlorobenzenu jest możliwa?

Dichlorobenzen, $C_6H_4Cl_2$

Odtłóż kolejny atom wodoru od modelu chlorobenzenu i zastąp go chlorem jak poprzednio. Masz teraz model jednego z izomerów dichlorobenzenu.

6.2 Ile jest możliwych izomerów dichlorobenzenu?

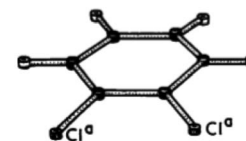
Wykonaj modele z jak największej liczby izomerów i sprawdź dokładnie (poprzez ich przestawienie i odwrócenie), czy wszystkie są różne. Rycina 30 przedstawia jedną możliwość i jej nazwę. Jakie są pozostałe?



Ryc. 30. 1,2-dichlorobenzen

Nitrobenzen, $C_6H_5NO_2$

Działanie jonu nitroniowego, NO_2^+ , obecnego w mieszaninie stężonych kwasów azotowego i siarkowego, przekształca benzen w nitrobenzen. Grupa nitrowa NO_2 , nie ma żadnych pojedynczych par na atomie azotu, a zatem ma atom trygonalny (trójdzielny) Nⁱ. Utwórz grupę nitrową, łącząc dwa atomy tlenu, O^a , z atomem azotu i dołącz tę grupę do pierścienia benzenowego, po uprzednim usunięciu atomu wodoru.



Ryc. 31 Nitrobenzen

Wiązanie węgiel-azot ma w rzeczywistości pewien charakter wiązania $\pi\pi$ z powodu interakcji elektronów $\pi\pi$ w pierścieniu węglowym z grupą nitrową.

6.3 Ile izomerów dinitrobenzenu, $C_6H_4(NO_2)_2$, jest możliwych? Nazwij je.

Fenylamina (anilina) $C_6H_5NH_2$

Redukcja nitrobenzenu w warunkach silnie kwasowych daje jon fenylamoniowy, $C_6H_5NH_3^+$.

6.4 Jaka będzie prawdopodobna konfiguracja wiązania wokół atomu azotu w $C_6H_5NH_3^+$? Czy możliwe będzie wiązanie $\pi\pi$ między atomami węgla i azotu?

Zrób model jonu fenylamoniowego, używając właściwego atomu azotu.

Metylobenzen, $C_6H_5CH_3$

Pochodne węglowodorów benzenu są obecne w smole węglowej. Najprostszy jest metylobenzen. Aby stworzyć model, zacznij od benzenu i zamień atom wodoru na grupę metylową $-CH_3$. Dla grupy metylowej użyj atomu węgla C^k .

6.5 Ile istnieje izomerów zawierających pierścień benzenowy odpowiadający formule molekularnej C_8H_{10} ? Stwórz modele i nazwij je.

Fenol, C_6H_5OH

Atom tlenu w fenolu posiada dwie pojedyncze pary i dlatego jego konfiguracja jest wygięta. Budowa grupy hydroksylowej OH z wykorzystaniem atomu tlenu O^d oraz atomu wodoru H^a . Weź model benzenu, usuń atom wodoru i jego wiązanie i dołącz grupę hydroksylową.

Kwas benzenosulfonowy, $C_6H_5SO_3H$

Kwas benzenosulfonowy można uznać za pochodzący z kwasu siarkowego przez zastąpienie w nim grupy hydroksylowej grupą fenylową $-C_6H_5$. Zbuduj model kwasu siarkowego, H_2SO_4 , a następnie usuń z niego grupę hydroksylową. Usuń atom wodoru z modelu benzenu i połącz dwie powstałe grupy.