



Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 42 n, 11/04

Zgłoszono: 1.IV.1965 (P 108 213)

Pierwszeństwo: 1.IV.1964 Stany
Zjednoczone
Ameryki

MKP G 09 b

23/24

Opublikowano: 15.II.1967

UKD

Twórca wynalazku

i

właściciel patentu

Georg Charles Brumlik, Nowy Jork (Stany Zjednoczone Ameryki)

Szkieletowy model budowy atomu i cząsteczki

1

Przedmiotem wynalazku jest szkieletowy model budowy atomu i cząsteczki do przedstawiania i poglądowego wyjaśniania geometrycznych i fizycznych zależności budowy atomów, cząstek, zwłaszcza orbit cząstek.

Według nowoczesnych teorii wartościowości i wiedzy o orbitach molekularnych, popartych wynikami badań w dziedzinie fizyki i chemii, orbity cząstek i atomów charakteryzują się określonymi kształtami, objętością i przestrzenną kierunkowością. Geometria poszczególnych orbit cząstek określa charakter przejściowego stanu atomu lub drobin w reakcjach chemicznych. Według tychże teorii atom otwartej konfiguracji elektronowej w drobinie jest powiązany z jej innymi atomami wiązaniami elektrowalencyjnymi lub kowalencyjnymi.

Zewnętrzna powłoka elektronowa ma charakter sferyczny, a jej promień zwie się promieniem kowalencyjnym. Jeżeli atom nie jest całkowicie nasycony, elektronowe powłoki zewnętrzne przybierają inną postać geometryczną niż powłoka trwałej konfiguracji gazu szlachetnego. Powłoki te występują nieco poza kowalencyjny promień atomu. Owe powłoki są utworzone przez pary wspólnych elektronów: elektron samotny lub elektrony tworzące polinuklearne orbity π . Orbity wiązań sygnatycznych, głównie między atomami, nie wpływają na objętość drobin.

W drobinach atom może przybrać szereg geo-

2

metrycznych położzeń. Objętość jego może ulegać znacznym zmianom, w zależności od budowy drobin, w skład której wchodzi. Zarówno kształt jak i wielkość atomu zależy od stanu jego wzbudzenia oraz od liczby niepodzielnych par elektronów. Orbity, które zwiększają objętość atomu ponad jego objętość przy konfiguracji trwałej, nazywane są dalej „orbitami wypełniającymi przestrzeń”.

Model, przedstawiający atomy i cząsteczki zgodnie z chemicznymi teoriami wartościowości i z teoriami budowy molekularnej, powinien wyobrażać wszystkie wspomniane wielkości zmienne w dokładnej skali.

W opisie patentowym amerykańskim nr 308 062 są opisane modele drobin, które wyraźnie przedstawiają orbity cząsteczkowe i atomowe, ich względne kształty i dokładne wzajemne zależności fizyczne. Jak wynika z powyższego opisu patentowego, orbity cząsteczkowe i atomowe, jak również same atomy i cząsteczki, wykonane są jako modele bryłowe trójwymiarowe o postaci zbliżonej do rzeczywistego kształtu geometrycznego drobin.

Niektóre części składowe zestawu modelowego mają np. regularny sferyczny kształt, inne zaś są kształtu eliptyczno-stożkowego, kształtu stożka ściętego itd. Tego rodzaju bryłowe części składowe, tworzące razem kompletny model, pasują dokładnie do siebie, dając po złączeniu bryłę mo-

delu, który można by nazwać cząsteczkowym modelem przestrzennym. Takie modele mają tę stronę dodatnią, że określają bardzo blisko prawdziwy kształt i geometrię drobin. Ich stroną ujemną jest jednak to, że mają tak rozległą konfigurację zewnętrzną, iż trudno jest zaobserwować wewnętrzne strukturalne szczegóły modelu.

Celem niniejszego wynalazku jest dostarczenie modeli o konstrukcji szkieletowej drobin, które obrazują także kierunkowość osi symetrii i płaszczyzn symetrii orbit atomowych i cząsteczkowych w trzech wymiarach oraz ilustrują, w skali względnej, w jakim stopniu orbity sięgają do wnętrza przestrzeni cząsteczkowej.

Następnym celem niniejszego wynalazku jest przedstawienie modelu drobin, składającego się z pasujących do siebie elementów tak ze sobą zespolonych, by mogły czynić zadość wymogom dokładnego przedstawienia jak najbardziej rozmaitych drobin z uwzględnieniem możliwie ich wszystkich szczegółów, przy pomocy tylko kilku części składowych i tak przejrzystej konfiguracji szkieletowej, że zarówno wewnętrzne jak i zewnętrzne parametry cząsteczkowe mogą być z łatwością oglądane.

Kolejnym celem wynalazku jest wykonanie modelu, którego części składowe zawierają wydłużone człony rurowe połączone ze sobą złączkami kątowymi tak rozmieszczonymi, by kąty połączenia można było zmieniać według wyboru oraz należyście i dokładnie zobrazować odległości między atomami, jak również względne wielkości atomów.

Dalszym celem wynalazku jest dostarczenie modelu drobin, którego części składowe stanowią kilka prostych elementów, łatwych i tanich w produkcji, co umożliwiłoby oddanie modelu do sprzedaży po cenie dostępnej dla studentów itp.

Zgodnie z wynalazkiem modelowy zestaw cząsteczki obejmuje szereg elementów łączących, które przedstawiają grupy wartościowości i posiadają odgałęzienia rozstawione pod kątem dla przedstawienia osi symetrii orbit wartościowości atomowej i kątów wiązania. Odgałęzienia są takich rozmiarów, że można je usuwać i funkcjonalnie połączyć z odcinkami rur, które malowane są w kolorach w celu reprezentowania różnych atomów. Odgałęzienia te mają odpowiednio dobrane długości dla dokładnego przedstawienia w skali odległości wiązania sygnatycznego między powiązanymi atomami oraz promieni Van der Waalsa orbit niepodzielonych par elektronów, orbit π itd.

Elementy łączące oraz odcinki rur są tak połączone, że stwarzają dokładne szkieletowe modele cząsteczek, przy czym zestaw może również obejmować człony wypełniające przestrzeń. Człony te są tak dostosowane, że można je wmontować do konstrukcji szkieletowej i mają taką wielkość i kształt, że przedstawiają powłoki Van der Waalsa orbit nieparzystych elektronów, orbit π oraz polinuklearnych orbit π .

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 (1a—1f) przedstawia elementy łączące, w

widoku aksonometrycznym, fig. 2 — widok rozebranego zespołu, przedstawiający sposób w jaki jeden z elementów łączących połączony jest z częścią rurową, fig. 3 — rzut pionowy części uwidocznionych na rysunku (fig. 2) w stanie złożonym, z wyjątkiem jednej części odłączonej, fig. 4 — pionowy rzut pary elementów łączących, w stanie rozebranym, z odłączonymi częściami, elementy te łączy rura, składająca się z dwóch części zespolonych elementem łączącym, fig. 5 — model drobin etylu, fig. 6 — model cząsteczki atomu w widoku, fig. 7a — model drobiny żółtego fosforu w widoku, fig. 7b — ten sam model (fig. 7a), lecz z częściami wygiętymi łukowo dla przedstawienia wygiętych wiązań, w widoku, fig. 8 — części modelu atomowego obejmującego człon wypełniający przestrzeń, który przedstawia orbitę nieparzystych elektronów, w widoku, fig. 8a — model podobny do modelu z fig. 8, lecz zawierający zmodyfikowaną postać członu wypełniającego przestrzeń, który przedstawia orbitę nieparzystych elektronów, przy czym ta ostatnia przedstawiona jest w przekroju, fig. 9 i 9a — przekroje odmian członów wypełniających przestrzeń, przy czym każdy z nich przedstawia powłokę Van der Waalsa atomu jednowartościowego, fig. 10 — części modelu przedstawiającego parę atomów i obejmującego człon wypełniający przestrzeń, który obrazuje orbitalną powłokę π , fig. 10a — przekrój części modelu podobnej części (fig. 10), lecz zawierającej odmienną postać członu wypełniającego przestrzeń, który obrazuje orbitalną powłokę π , fig. 11 — przekrój rozebranego modelu pokazujący sposób, w jaki złączony jest człon wypełniający przestrzeń, przedstawiony na rysunku (fig. 9a), oraz jak powiązane są atomy, w celu uwidocznienia powłoki Van der Waalsa jednego z atomów, fig. 12 — model drobin amoniaku, fig. 13 — przekrój złożonego modelu, gdzie para członów wypełniających przestrzeń wykorzystana jest do przedstawienia obu powłok orbity π , fig. 14 — perspektywiczny rzut rozebranego modelu, przedstawiający szkielet oraz człony wypełniające przestrzeń, połączone w celu uwidocznienia polinuklearnych orbit π , tworzących pierścienie typu 0, fig. 15 — przekrój złożonej części modelu, który przedstawia polinuklearną orbitę π typu „I”, fig. 16 — perspektywiczny rzut rozebranego modelu, uwidaczniający szkielet i człony wypełniające przestrzeń, tworzące część modelu, co przedstawia polinuklearną orbitę π typu „C”, a fig. 17 — perspektywiczny rzut modelu w stanie rozebranym tj. szkielet i człony wypełniające przestrzeń, tworzące model jonu azotanu, mającego polinuklearną orbitę π typu „Y”.

Pokazane elementy łączące można użyć jako części składowe modeli cząsteczkowych. Elementy łączące służą do przedstawiania wiązań wartościowościowych i składają się z cienkich członów cylindrycznych, łączących się w centralnym punkcie, który stanowi środek atomu. Cylindryczne elementy skierowane są na ogół wzdłuż osi symetrii orbit wartości atomowej, przy czym kąty, pod którymi ustawione są te elementy, dokład-

nie odwzorowują kąty wiązań w modelach drobin, w stanie złożonym.

W najkorzystniejszej postaci grupy wartościowości są wykonane w formie metalowych ramion o małej średnicy, połączonych końcami do wspólnego punktu, który reprezentuje środek atomu. Te odwzorowania grupy wartościowości utrzymują swój kształt nawet wtedy, kiedy używa się ich do konstrukcji odkształconych modeli, o których będzie mowa później, jednakowoż ich kąty można nastawiać, zginając rozgałęźniki przy pomocy długich rurek, służących jako ramiona dźwigni.

Ilustrują to następujące przykłady konstrukcji członów.

Cztery kawałki drutu 12 są połączone jednym końcem we wspólnym punkcie środkowym 14, tworząc czworościan. W takiej postaci kąty między kawałkami drutu wynoszą 109° (fig. 1a).

Człon 16 utworzony jest z pięciu elementów 18. Elementy 18 są połączone we wspólnym punkcie środkowym 14, tworząc trójsięenny stożek podwójny. W tym wykonaniu trzy elementy 18a, 18b i 18c rozchodzą się promieniowo ze środkowego punktu 14 w płaszczyźnie prostopadłej do pozostałych dwóch elementów 18e i 18f. Kąt między każdą sąsiednią parą spośród trzech elementów 18a, 18b i 18c wynosi 120° , a kąt między dwoma elementami 18e i 18f oraz każdym z pozostałych trzech elementów — 90° (fig. 1b).

Człon 20 składa się z sześciu elementów 22 połączonych we wspólnym punkcie środkowym 14 i ustawionych w kształcie ośmiościanu. Kąt między każdą parą sąsiednich elementów 22 wynosi w tym wykonaniu 90° (fig. 1c).

Człon 24 jest utworzony tylko z dwóch elementów 26, połączonych tak końcami, że tworzą kąt prosty. Człon ten można utworzyć odcinając zbywające elementy z członów 16 lub 20 (fig. 1d).

Człon 28 jest utworzony z trzech elementów 30, połączonych końcami w punkcie środkowym 14 i tworzących część trójsięennego stożka podwójnego, stanowiącego człon 16 (fig. 1b). Z członu 16 usunięto elementy 18a i 18f (fig. 1e).

Człon 32 jest utworzony w podobny sposób z zespołu pięciu elementów 34, połączonych w punkcie środkowym 14. Jest to człon 16 (fig. 1b) bez dolnego pionowego elementu 18f (fig. 1e).

Zespalaające człony, przedstawiające grupy wartościowości, stanowią trzy podstawowe formy przedstawione na rysunku (fig. 1a, 1b oraz 1c). Wybrane rozgałęzienia tychże form można usunąć, wytwarzając trzy dodatkowe konfiguracje pokazane na rysunku (fig. 1d, 1e oraz 1f).

Jak wspomniano poprzednio, człony łączące przedstawiają grupy wartościowości. Człony te zawierają odwzorowanie środka atomu oraz ramiona, reprezentujące ukierunkowanie orbit wartościowości atomowej w przestrzeni. Modele atomów z kolei połączone są ze sobą za pomocą rurek 40 w celu utworzenia modelu wybranej drobin. Rurki 40 (fig. 2, 3 i 4) są wykonane z tworzywa kauczuko-podobnego, przy czym mają taką wielkość, że mieszczą w sobie i dzięki oporowi tarcia ustalają położenie wstawionych do nich ra-

mion członów łączących lub grup wartościowości.

Rurki mają dokładnie dobraną długość, stosownie do wybranej skali, najkorzystniej 5 mm/angstrem lub 100 mm/angstrem, by mogły dokładnie ilustrować odległość między atomami tworzącymi drobinę.

Do oznaczania rodzaju atomu używa się kolorowego tworzywa plastycznego, np. czarnego na oznaczenie węgla, białego na oznaczenie wodoru, czerwonego — tlenu, niebieskiego — azotu, żółtego — siarki itd.

Ilustracją tego jest rysunek (fig. 3), gdzie po wstawieniu członu 10 do każdego końca czarnej rurki 40 zbudowany model przedstawia dwa związane atomy węgla, a rurka 40 jest dokładną miarą odległości sygnatycznego powiązania między tak połączonymi atomami.

W wypadku, kiedy drobiną stanowi połączenie dwóch atomów różnych pierwiastków, rurka 40 ma różne kolory, by wzrokowo uwidocznić kowalentne promienie obu atomów na wiązaniu.

Na rysunku (fig. 4) przedstawiono modele dwóch różnych atomów do zestawienia w model drobin.

Rurka 40a przymocowana do łączących elementów 10a, odwzorowujących wiązanie atomowe, przedstawia w skali jego kowalentny promień. Jest ona krótka, by dokładnie odwzorować względną wielkość tegoż promienia. Ma ona tak dobrany kolor, by można było zidentyfikować dany atom. Rurka 40b natomiast, przymocowana do łączącego członu 10b wiązania, jest innego koloru dla zaznaczenia, że odpowiadający jej atom jest innym pierwiastkiem. Rurka ta jest nadto dłuższa, dla dokładnego odwzorowania w skali długości kowalentnego promienia atomowego. Wolne końce rurek 40a i 40b są połączone łączącym kołkiem 42, który w środku wyposażony jest w oddzielacz 44 o powiększonej średnicy, by udaremnić całkowite wsunięcie się kołka 42 do wnętrza jednej z rurek.

Zestaw, wykonany z łączących członów oraz rurek, pokazany na rysunku (fig. 5), przedstawia cząsteczkę etylu.

Użyto dwóch łączących członów 16 (jak fig. 1b), przedstawiających trójsięenne stożki podwójne, dla przedstawienia usytuowania dwóch atomów węgla w drobinie etylu.

Do dwóch wystających elementów 18b i 18c każdego z łączących członów 16 domontowano połączone rurki 40, w których krótka część wewnętrzna 40a o kolorze czarnym reprezentuje charakterystyczną umowną barwę atomu węgla i określa jego kowalentny promień, a część zewnętrzna 40b o kolorze białym przedstawia atom wodoru połączony z tym atomem węgla.

Długość zewnętrznej części rurki 40b jest dobrana dla dokładnego zaznaczenia długości promienia Van der Waalsa.

Całkowita długość połączonej rurki 40 jest tak dobrana, by mogła się równać — w skali — sumie kowalentnego promienia wodoru, liczonego w kierunku atomu węgla, oraz promienia Van der Waalsa atomu węgla.

Dwa, do siebie skierowane odgałęzienia 18a łączących członów 16, połączone są rurką 40c, która

przedstawia międzyjądrową odległość pomiędzy atomami węgla zaprezentowanymi przez łączące człony 16. Ten odcinek rurki 40c ma również czarny kolor charakterystyczny dla atomów węgla.

Łączące człony 16 zespalaają skierowane ku sobie stojące i zwisające ramy 36 i 38 o kształcie litery „U”, utworzone przez równoległe biegnące rurki 40d i 40e zamontowane do ramion 18e i 18f członów łączących 16. Wolne końce rurek 40d i 40e są połączone za pomocą łączących członów 24 (fig. 1d), z poprzeczną rurką 40f. Długość lub zewnętrzny występ ram 36 i 38 jest odpowiednio dobrany dla dokładnego oznaczenia średnicy Van der Waalsa drobiny w jej wiązaniach π między atomami węgla przedstawionymi za pomocą łączących członów 16 i 20. Rurki stanowiące ramy 36 i 38 mają również kolor czarny, charakterystyczny dla atomów węgla.

Na rysunku (fig. 6) pokazano sposób, w jaki można łączyć dwie lub więcej prostokątnych ram, przedstawionych na rysunku (fig. 5), w celu skonstruowania modelu 46, przedstawiającego bardziej skomplikowaną budowę molekularną. Na fig. 6 dwie prostokątne ramy 48 i 50, utworzone z odcinków rurowych 40c, 40d, 40e, 40f wraz z parą rur 40a, 40b odwzorowującą kowalentne promienie atomu węgla i wodoru, zespolone są w płaszczyznach prostopadłych za pomocą łączącego elementu 24 typu przedstawionego na rysunku (fig. 1d), który łączy obie prostokątne ramy w ich miejscu spojenia. Model ten przedstawia drobinę allenu (propadienu), przy czym para prostokątnych ram 48, 50 dwóch sąsiednich wiązań π sugeruje brak sprężenia. W modelu o wypełnionej przestrzeni środkowy atom 20 węgla nie byłby widoczny.

Zestaw dokładnych modeli drobin, mających niekonwencjonalne kąty wiązania — inne niż 90° , 109° , 120° i 180° — był dotąd trudny do pomyślenia i prawie niemożliwy do realizacji przy użyciu dostępnych modeli. Model według niniejszego wynalazku wyeliminował tego rodzaju trudność dzięki giętkości ramion odwzorowujących wiązania atomowe oraz dzięki wykonaniu rurek z kauczuko-podobnego tworzywa. Na rysunku (fig. 7a) uwidocznił jako model 52 drobinę żółtego fosforu. W modelu użyto cztery łączące człony 10 pokazane na rysunku (fig. 1a) i przedstawiające atomy fosforu. Trzy ramiona 12 tychże członów są jednakowoż zagięte, tworząc kąty 60° , w wyniku czego, po wstawieniu rurek 40 o odpowiednim kolorze do ramion zmienionych łączących członów 10, model ma powierzchnie trójkątów równobocznych.

Na rysunku (fig. 7b) uwidocznił odmianę modelu, model 54 drobiny żółtego, bezbarwnego fosforu, utworzony w odmienny sposób. Tutaj użyto czterech łączących członów 10. Ich rozgałęzione ramiona nie są zagięte. Kiedy wstawia się rurki 40 w celu połączenia elementów 10 odwzorowujących wiązania atomowe, zostają one wygięte i przyjmują kształt przedstawiony na rysunku (fig. 7b). Model ten można określić jako układ „odkształcony”, przy czym zakrzywiona giętka

rurka przedstawia zagięte wiązania. Zniekształcone wiązania lub wygiętą rurkę użytą w modelach przedstawionych na rysunku (fig. 7a i 7b) można zastosować dla przedstawienia budowy małych pierścieni, pierścieni zawierających heteroatomy, oraz modeli cząsteczek alifatycznych ze zniekształconymi kątami wiązania.

Na rysunku uwidocznił różne elementy wypełniające przestrzeń, których można użyć wraz z częściami szkieletowymi, opisanymi poprzednio, dla zobrazowania rzeczywistych kształtów geometrycznych atomów jednowartościowych, elektronów walencyjnych oraz orbit π , których nie sposób reproduковать w modelu szkieletowym (fig. 8—17).

Spłaszczony eliptyczny element 60 przedstawia orbitę elektronów (fig. 8). Element 60 wykonuje się korzystnie z półsztywnego tworzywa plastycznego, takiego jak polietylen, przy czym na jego wewnętrznej środkowej powierzchni utworzony jest otwarty człon 62 z rurką o rozmiarze umożliwiającym połączenie jej z odcinkiem rurki 40g przymontowanym do członów łączących, np. do członu 10. Odcinek rurki 40g ma długość odpowiadającą promieniom Van der Waalsa. Kiedy rurka 40g zostanie całkowicie wstawiona do rurki 64 elementu 60, jej koniec łączy się z wewnętrzną powierzchnią członu 62. Zewnętrzna powierzchnia członu 62 reprezentuje powłokę atomu zwaną powłoką Van der Waalsa, która ma dokładnie określoną odległość od środka 14 członu 10 atomu. Jest to względny promień atomu liczony w kierunku elektronów walencyjnych.

Odmiana modelu (fig. 8a) ilustruje orbity elektronów. Orbitę przedstawia wydrążony człon 66 o spłaszczonym eliptycznym kształcie z rurką 68, umieszczoną centralnie na jego wewnętrznej powierzchni. Po zespoleniu członu 66 z rurką 40g zamontowaną do elementu 10, ta ostatnia rurka 40g przechodzi poprzez rurkę 68 i wydrążoną część członu 66, sięgając do jego wewnętrznej powierzchni. Zewnętrzna powierzchnia członu 66 między punktami a oraz b reprezentuje powłokę Van der Waalsa, która ma dokładnie taką samą odległość od środka 14 atomu 10, jak w poprzednim przykładzie.

Elementy 60 i 66, wypełniające przestrzeń, mają taki sam kolor co człon odwzorowujący atom, którego reprezentują, i rurka 40g. Jeżeli np. rurka 40g jest koloru czerwonego, który przedstawia tlen, to elementy 60 i 66 przedstawiające powłokę Van der Waalsa dla tegoż atomu będą również koloru czerwonego.

Członów wypełniających przestrzeń tego samego na ogół typu można użyć dla zobrazowania atomów jednowartościowych, gdzie trzeba pokazać kowalentne promienie oraz powłoki Van der Waalsa (fig. 9). Element 70 wypełniający przestrzeń ma człon 72 tego samego na ogół typu, co człon 62 elementu 60 przedstawionego na rysunku (fig. 8). Element ten ma nieco odmienną konfigurację, która odpowiada konfiguracji powłoki Van der Waalsa atomu jednowartościowego o powiązaniu w kierunku nieokreślonym. Krzywizna utworzona na zewnętrznej powierzchni elementu

79 jest dlatego inna niż krzywizna elementu 60. Człon 72 ma małą rurkę 74 na swej centralnej wewnętrznej powierzchni. Do tej rurki można dołączyć odcinek rurki opisanej poprzednio.

Odmiana elementu wypełniającego przestrzeń 76 obrazuje powłokę Van der Waalsa jednowartościowego powiązania atomu (fig. 9a). Element ten ma człon 78 o kształcie wydrążonym, podobnym do elementu 66, przedstawionego na rysunku (fig. 8a). Człon 78 ma kształt stożka zamkniętego elipsoidalnym przykryciem. W jego dolnym końcu znajduje się rurowy otwór 80.

Na rysunku (fig. 11) uwidocznił sposób zespolenia elementu 76 z rurką 40h przymontowaną do członu 10. Rurka 40d składa się z odcinka 40j, o umownym kolorze, reprezentującego atom jednowartościowy, jak np. wodór oraz z odcinka 40k mającego inny kolor dla zaznaczania innego wielowartościowego atomu, takiego jak tlen. Kiedy przy nasuwaniu członu 78 na rurkę 40h koniec odcinka 40j dosięgnie wewnętrznej powierzchni członu 78, wówczas dolny koniec rurki 80 znajdzie się w punkcie połączenia odcinków rurowych 40j i 40k.

Zewnętrzna powierzchnia członu 78 reprezentuje powłokę Van der Waalsa atomu wodoru. Kowalentny promień atomu tlenu jest oczywiście widoczny, przy czym odpowiednikiem jego jest odcinek rurowy 40k.

Element 82, wypełniający przestrzeń, przedstawia odwzorowanie geometryczne powłoki orbitalnej π (fig. 10). Element 82 zawiera człon 84 w kształcie czaszy elipsoidalnej wraz z wydłużonym kołnierzem 86 usytuowanym na jego wewnętrznej powierzchni. Kołnierz 86 jest takiej wielkości, że można do niego wstawić parę odcinków rurowych 40d przedstawiających w skali promień Van der Waalsa dla orbity π . Każdy z odcinków rurowych 40d jest przymocowany do elementu 16 odwzorowującego wiązania atomowe. Po zmontowaniu, zewnętrzne powierzchnie odcinków rurowych 40d zespala się z wewnętrzną powierzchnią członu 84, odtwarzając wiernie geometrię orbity π .

W rzeczywistości para takich zestawów, przymocowanych do elementów 16 wiązań atomowych — jeden powyżej, a drugi poniżej płaszczyzny symetrii drobiny — przedstawia trójwymiarową geometrię wiązań typu π .

Odmiana modelu odwzorowuje inną orbitę π 88 podobną do orbity pokazanej na rysunku (fig. 10), lecz wykonaną w modelu jako wydrążony człon 90 o wydłużonym elipsoidalnym kształcie, mający u dołu kołnierzowy otwór 92. Rurkowe odcinki 40d wsuwa się tak daleko do przeciwnych końców otworu 92 w sposób przedstawiony na rysunku, by zczepiały się z górną wewnętrzną powierzchnią członu 90. Orbita π jest w zasadzie taka sama jak orbita opisana poprzednio.

Rysunek (fig. 12) ilustruje model strukturalny drobiny amoniaku z członami 76 — przedstawionym na rysunku (fig. 9a) — i 66 przedstawionym na rysunku (fig. 8a), które wypełniają wewnętrzną przestrzeń. Do członu łączącego lub elementu 10 wiązania atomowe są przymocowane trzy rurki

40h, których górna część 40k ma kolor przedstawiający atom azotu, a dolna część 40j kolor przedstawiający atom wodoru.

Do każdej rurki 40h jest przymocowany — w sposób opisany poprzednio — człon 76 wypełniający przestrzeń o kolorze reprezentującym atom wodoru. Do czwartego ramienia elementu 10 przymocowuje się rurkę 40g typu pokazanego na rysunku (fig. 8), o kolorze przedstawiającym atom azotu, mającą — wypełniający przestrzeń — człon 68 typu jak pokazano na rysunku (fig. 8a). Rurka 40g oraz człon 66 obrazują geometryczne parametry elektronów walencyjnych, podczas gdy trzy odcinki rurowe 40j oraz odpowiednie wypełniające przestrzeń człony 76 charakteryzują stereochemiczne właściwości atomu wodoru. Połączone zewnętrzne powierzchnie członów 66 i 76 odwzorowują powłokę w skali Van der Waalsa drobiny amoniaku.

Na rysunku (fig. 11) pokazano sposób, w jaki elementy 82 lub 88, wypełniające przestrzeń, są połączone z zestawami szkieletowymi dla zobrazowania orbit π . Szkieletowa struktura 96 przedstawia drobinę etylu, podobną do drobiny przedstawionej na rysunku (fig. 5).

Człony 88, wypełniające przestrzeń, mają identyczną wielkość i kształt. Każdy z nich — jak opisano poprzednio — stanowi wydrążony człon 90 w kształcie spłaszczonej wydłużonej elipsoidy i ma wydłużony centralny otwór kołnierzowy 92 o odpowiedniej wielkości, by można było w nim zamocować centralną część ramy 96 w sposób przedstawiony na rysunku. W stanie złożonym — jak to uwidocznił na rysunku (fig. 13) — odcinki ramy 40f są zamocowane do wewnętrznych powierzchni odnośnych członów 90 elementów 88 w taki sposób, że zewnętrzne powierzchnie tych ostatnich przedstawiają powłoki Van der Waalsa drobiny orbity π .

Polinuklearne orbity π składają się z zachodzących na siebie dwóch lub więcej orbitalnych powłok elektronowych typu π atomu, które znajdują się powyżej i poniżej płaszczyzny symetrii drobiny. Tego rodzaju geometria umożliwia jedynym wiązaniom π częściowe pokrywanie się z sąsiednimi wiązaniami π lub z orbitami elektronów walencyjnych, dzięki czemu powstają duże polinuklearne orbity. Tego rodzaju polinuklearne orbity π zajmują znaczną część przestrzeni drobiny. Modele według niniejszego wynalazku mogą zilustrować, jak te orbity wypełniają przestrzeń drobiny. Te orbity π mają na ogół wiele charakterystycznych kształtów, przy czym najpospolitsze z nich podobne są kształtem do liter „O”, „C”, „Y” oraz „I” alfabetu.

Na rysunku (fig. 14) pokazano części modelu, które można złożyć, uzyskując model orbity aromatycznej π taką, jaka istnieje w pierścieniu benzenu. Szkieletowa lub ramowa struktura 98 składa się z elementów wiązań atomowych lub zespalaających członów 16, połączonych rurkami 40, przedstawiającymi wiązania sygnatyczne, i posiadających układ sześciokątny. Stojące i zwisające ramiona 18e i 18f zespalaających członów 16 łączy się z rurkami 40d, które przedstawiają pro-

mienie Van der Waalsa atomów węgla w kierunku orbity π .

Wypełniające człony 100, z których oba mają kształt toroidalny, przymocowane są do rurek 40d, dzięki pierścieniowym kołnierzowym otworom 102 członów 100. W te otwory można wstawić rurki 40d. Dwa człony 100 przedstawiają polinuklearne orbity π , tworzące koło. Zewnętrzna powierzchnia odwzorowuje powłokę Van der Waalsa.

Rysunek (fig. 15) ilustruje sposób, w jaki można użyć modelu do przedstawienia polinuklearnej orbity π w kształcie litery „I” (liniowym). Rama 106 jest utworzona z trzech kolejnych elementów wiązań atomowych, stanowiących zespala-
jące człony 20, które połączone są ze sobą rurkami 40 i są wyposażone w elementy rurowe 40d przymocowane w płaszczyznach prostopadłych do osi ramy. Człony 108, wypełniające przestrzeń, są cylindrami z zaokrąglonymi końcami, w których znajduje się otwór 110. Do tego otworu można wstawić rurki 40d. Model — w stanie złożonym — przedstawia jeden z orbitalnych układów π , występujących w drobinie dwutlenku węgla. Człony 108 odwzorowują promienie Van der Waalsa atomów węgla w kierunku orbity π .

Odmiana członów 114 wypełniających przestrzeń jest uwidoczni-
ona na rysunku (fig. 16). Mają one odpowiednio dobrany kształt dla przedstawienia zagiętej orbity π o kształcie litery „C”. W tym wypadku rama 116 ma postać dwóch odcinków połączonych końcami, tworzących kąt rozwarty. Model przedstawia jon azotynu. Trzy zespala-
jące człony 16 oznaczają konfigurację typu sp^2 dwóch atomów tlenu i jednego atomu azotu. Kąty 120° między ramionami centralnego, zespala-
jącego członu 16 nadają członom zespala-
jącym takie po-
łożenie, że do szczeliny 118 w kształcie litery „C” w członach 114 można wstawić rurki 40d, które przedstawiają promienie Van der Waalsa w płaszczyźnie orbity π .

Odmiana modelu (fig. 17), przedstawiająca jon azotanu (fig. 17) ma ramę 122 i cztery zespala-
jące człony 16 połączone rurkami 40, które przedstawiają wiązania sygmataczne i są ustawione w kształcie litery „Y”. Każdy z zespala-
jących członów 16 łączy stojące i zwisające rurki 40d. Przy montażu rurki te zostają wsunięte do otworów 124 w członach 126 wypełniających przestrzeń. Człony 126 mają postać odwzorowującą orbity π o kształcie litery „Y”.

Jak widać z powyższego, człony zespala-
jące oraz łączące się z nimi rurki można tak usta-
wiać, by dokładnie odwzorować układ każdego atomu, jonu lub drobiny, przy czym dające się do nich zamocować elementy wypełniające przestrzeń dają wierny obraz powłok Van der Waalsa, orbit π , polinuklearnych orbit π oraz orbit elektronów walencyjnych.

W powyższym pokazano i opisano najstosowniej-
sze sposoby realizacji wynalazku, co nie wyklucza, że w modelach można dokonać licznych zmian, wprowadzić dodatkowe elementy lub niektóre pominąć. Można np. uzyskać równoważny model, wykonując wiązania atomowe oraz człony

zespala-
jące z tworzywa plastycznego w formie wydrążonych rurek i używając kołków wykonanych z trwałego metalu lub tworzywa plastycznego zamiast rurek do połączenia wydrążonych rozgałęźników wiązań atomowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Szkieletowy model budowy atomu i drobiny, wykonany z elementów odwzorowujących cząstki i ich tory oraz parametry, **znamienny tym**, że elementy łączące odwzorowują wartościowości chemiczne i mają rozstawione pod kątem rozłączalne rozgałęzienia, przedstawiające wiązania sygmataczne i osie symetrii orbit, kąty między wiązaniami i promienie Van der Waalsa orbit, przy czym łączące odcinki rur malowane są kolorami odwzorowującymi rodzaje atomów, a ich długość odwzorowuje w skali parametry geometryczne budowy drobiny, a człony wypełniające, zmontowane w konstrukcji szkieletowej, odwzorowują powłoki elektronowe Van der Waalsa.
2. Model według zastrz. 1 **znamienny tym**, że każdy człon zespala-
jący odwzorowuje środek i promień orbity w kierunku osi wartościowości.
3. Model według zastrz. 1 **znamienny tym**, że ramiona członu zespala-
jącego są ustawione do siebie pod kątem równym kątowi między osiami symetrii orbit walencyjnych i wiązań między atomami drobiny.
4. Model według zastrz. 1 **znamienny tym**, że odcinki rur tj. cylindryczne elementy odwzorowują w skali odległości wiązań sygmatacznych i promieni Van der Waalsa orbit elektronów walencyjnych, orbit π , polinuklearnych orbit π i są zabarwione kolorami odwzorowującymi poszczególne rodzaje atomów oraz są wsuwane w otwory elementów i mocowane siłą tarcia.
5. Model według zastrz. 1 **znamienny tym**, że człon zespala-
jący stanowi czworościan, trójs-
ścienny podwójny ostrosłup lub ośmiościan.
6. Model według zastrz. 1—6 **znamienny tym**, że człon zespala-
jący zawiera cztery cylindryczne ramiona, połączone w jednym wspólnym punkcie, przy czym kąt między sąsiednimi ramionami wynosi 109° , a końce ramion tworzą wierzchołki czworościanu.
7. Odmiana modelu według zastrz. 1—5 **znamienna tym**, że człon łączący zawiera pięć cylindrycznych ramion, złączonych ze sobą we wspólnym punkcie, przy czym dwa ramiona ustawione są na linii prostej, a trzy pozostałe w płaszczyźnie do niej prostopadłej, zaś kąty między pozostałymi ramionami wynoszą 120° , dzięki czemu utworzony zostaje trójs-
ścienny, podwójny ostrosłup.
8. Odmiana modelu według zastrz. 1—5 **znamienna tym**, że człon zespala-
jący składa się z trzech par ramion cylindrycznych ustawionych parami w liniach prostych i złączonych we wspólnym punkcie, przy czym oś jednej pary jest prostopadła do obu osi obu pozostałych par, dzięki czemu utworzony zostaje ośmiościan.

9. Odmiana modelu według zastrz. 1—5 **znamienna tym**, że elementy cylindryczne tworzą puste rurki o większej średnicy niż rurki odwzorowujące wiązania, tak że można w nie wstawić i funkcjonalnie zczepić ramiona wiązań wartościowości. 5
10. Model według zastrz. 1—9 **znamienny tym**, że przynajmniej jeden z cylindrycznych elementów ma długość, odpowiadającą w dokładnej skali długości między środkami dwóch atomów powiązanych sygnatycznie. 10
11. Model według zastrz. 1—10 **znamienny tym**, że przynajmniej jeden z cylindrycznych elementów składa się z dwóch części połączonych ze sobą teleskopowo w linii prostej, przy czym każda z nich ma umowny kolor, aby w ten sposób zaznaczyć dwa różne wielowartościowe atomy, a długości względne tychże części są proporcjonalne i odpowiadają kowalentnym promieniom atomów w drobinie. 15
12. Model według zastrz. 1—11 **znamienny tym**, że przynajmniej jeden element cylindryczny ma długość, odpowiadającą w skali długości promienia Van der Waalsa orbity walencyjnej atomu. 20
13. Model według zastrz. 1—12 **znamienny tym**, że jeden element cylindryczny składa się z dwóch części połączonych ze sobą, przy czym każda z nich ma umowny kolor dla zaznaczenia atomu wielowartościowego i atomu jednowartościowego, a względne długości tychże części są proporcjonalne i odpowiadają kowalentnemu promieniowi atomu jednowartościowego oraz sumie promieni kowalentnego i Van der Waalsa atomu jednowartościowego. 25
14. Model według zastrz. 1—13 **znamienny tym**, że przynajmniej niektóre z cylindrycznych elementów mają długość odpowiadającą ściśle w skali promieniowi Van der Waalsa w kierunku wiązania π drobin. 30
15. Model według zastrz. 1—14 **znamienny tym**, że zawiera pewną liczbę wydłużonych cylindrycznych elementów o wielkości umożliwiającej ich zamontowanie ciernie na ramionach i między ramionami członów zespalających, dzięki czemu utworzony zostaje szkielet obrazujący atomy połączone sygnatycznie oraz ich międ- 35

- dzynuklearne odległości, przy czym szkielet ten obejmuje pewną liczbę cylindrycznych elementów połączonych z członami zespalającymi i ustawionych prostopadle do płaszczyzny głównej drobin i po obu stronach jej atomów powiązanych sygnatycznie, a długości prostopadłych elementów cylindrycznych odpowiadają ściśle w skali promieniowi Van der Waalsa drobin w kierunku wiązania π , wolne końce tychże prostopadłych elementów cylindrycznych zaś połączone są członami dla uzupełnienia szkieletu wiązania π .
16. Model według zastrz. 1—15 **znamienny tym**, że dwa człony łączące wolne końce prostopadłych elementów stanowią trójwymiarowe wydrążone człony wypełniające przestrzeń o kształcie reprezentującym chmury elektronowe wiązania π . 40
 17. Model według zastrz. 1—16 **znamienny tym**, że szkielet tworzy układ, przedstawiający wybrany kształt polinuklearnego wiązania π , przy czym człony wypełniające przestrzeń dostosowane są do tegoż kształtu oraz są zaopatrzone w urządzenia, umożliwiające przymocowanie ich do wolnych końców prostopadłych cylindrycznych elementów ustawionych stosownie do wybranego kształtu. 45
 18. Model według zastrz. 1—17 **znamienny tym**, że zawiera przynajmniej jeden zespalający człon reprezentujący środek wielowartościowego atomu, wyposażony w pewną liczbę sztywnych ramion ustawionych względem siebie pod kątem w celu zaznaczenia kierunkowo biegnących orbit walencyjnych oraz cylindryczny element zamontowany do jednego z tych ramion i przedstawiający oś symetrii orbity atomowej, przy czym długość ramienia przedstawia ściśle w skali położenie orbity w przestrzeni, a element cylindryczny ma umowny kolor atomu, jaki on reprezentuje, oraz zespalającego członu, do jakiego jest przymocowany. 50
 19. Model według zastrz. 1—18 **znamienny tym**, że zawiera również drażony człon wypełniający przestrzeń, mocowany do wolnego końca elementu cylindrycznego, o wielkości i kształcie odwzorowujących orbitalną powłokę elektronów walencyjnych. 55

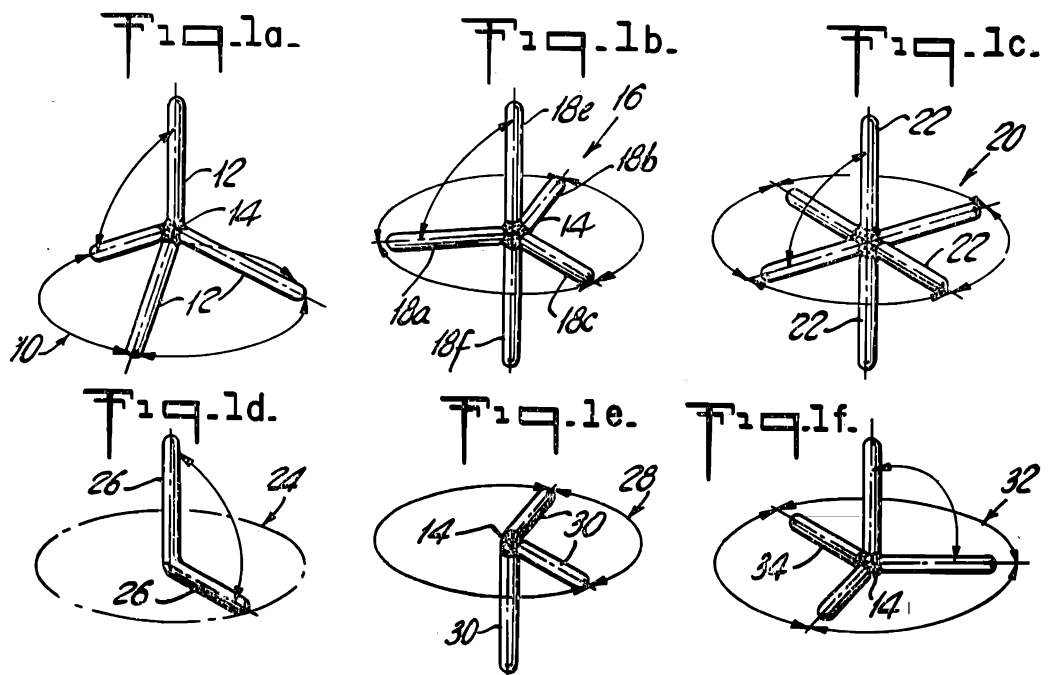


Fig. 2.

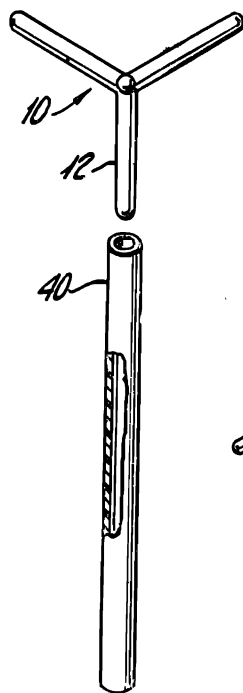


Fig. 3.

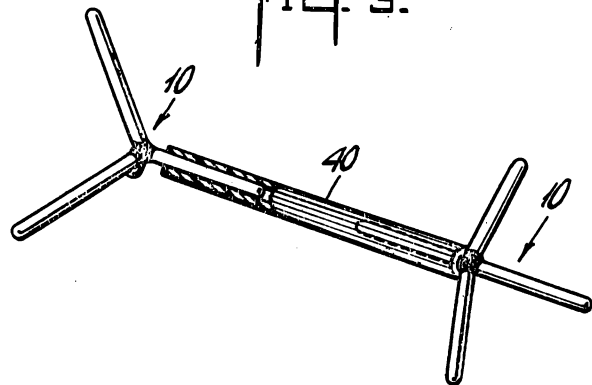


Fig. 4.

