

Utracone szlachectwo

Gazy szlachetne ze swej natury nie chcą się łączyć z innymi substancjami, więc chemicy nie ustają w wysiłkach, by je do tego zmusić. Jeszcze w latach 60. otrzymano związki zawierające ksenon, krypton i radon, teraz zaś doniesiono, że i argon – najbardziej rozpowszechniony gaz szlachetny – może trwale połączyć się z fluorem i wodorem. Już tylko dwa pierwiastki – neon i hel – potrafią zachować splendid isolation.

Stanisław Mrówczyński

Chemicy przez wieki zastanawiali się, dlaczego jedne substancje łatwo wiążą się z drugimi, podczas gdy inne nie chcą wchodzić w żadne reakcje. Miedź i żelazo bardzo łatwo się utleniają, natomiast złoto wprost przeciwnie. Wyobrażano sobie naiwnie, że niektóre atomy pokryte są haczykami czy klamerkami, inne zaś niemal całkiem gładkie. Nim jednak wyjaśniono naturę chemicznego wiązania, cały problem stał się jeszcze bardziej zagadkowy, odkryto bowiem substancje, które zdawały się być zupełnie niezdolne do tworzenia jakichkolwiek związków. Były to gazy szlachetne obecne w zwykłym powietrzu. Ich niereaktywność sprawiła, że wykryto je dopiero w ostatnich latach XIX w.

Sto lat wcześniej Henry Cavendish wpadł na trop dziwnej substancji, lecz nie potrafił prawidłowo zinterpretować wyników swoich eksperymentów. Odkrycia argonu dokonali chemicy brytyjscy John Wiliam Rayleigh i Wiliam Ramsay w 1894 r., porównując pomiary ciężaru właściwego azotu, otrzymanego w wyniku reakcji chemicznych oraz uzyskanego z powietrza. Zauważyli, że ten drugi jest nieco cięższy, co, jak się domyślili, było spowodowane obecnością niewielkiej domieszki zupełnie obojętnego, cięższego niż azot gazu. Argon, którego nazwa pochodzi od greckiego „bierność”, stanowi ok. 1 proc. mieszaniny gazów tworzących powietrze.

Nowo odkryta substancja sprawiała chemikom same kłopoty. Mendelejew nie przewidział istnienia gazów szlachetnych, więc nie wiadomo było, gdzie argon umieścić w okresowym układzie pierwiastków. Ponadto pomiary ciepła właściwego sugerowały, że argon występuje w postaci jednoatomowej, podczas gdy inne gazy, np. wodór lub tlen, tworzą dwuatomowe cząsteczki. Sprawy zaczęły się wyjaśniać, kiedy Ramsay zdołał wyodrębnić drugi gaz szlachetny – hel. Wcześniej, w 1868 r. astronom Norman Lockyer wykrył jego obecność na Słońcu, analizując pochodzące zeń światło. Rzecz w tym, że każdy pierwiastek emituje fale świetlne o ściśle określonych długościach, które stanowią jakby jego odciski palców. Lockyer zarejestrował światło, które nie dało się przypisać żadnemu ze znanych pierwiastków. Uznano przeto, że najbliższa nam gwiazda skrywa specyficzną substancję, którą nazwano helem od imienia greckiego boga słońca Heliosa. Wkrótce Ramsay ze współpracownikami odkrył kolejne gazy szlachetne: neon, krypton, ksenon oraz zamykający listę radioaktywny radon. Wszystkie one były bezwonne, bezbarwne i nie wchodziły w reakcje z żadnymi substancjami. Przyczyny takiego zachowania wyjaśniła dopiero mechanika kwantowa.

Atom tworzy dodatnio naładowane jądro atomowe i krążące wokół niego ujemne elektrony. Elektrony zapełniają kolejne powłoki. Na pierwszej mogą znajdować się dwa elektrony, na drugiej osiem, na trzeciej osiemnaście itd. Najkorzystniejsza energetycznie sytuacja jest wtedy, gdy powłoka jest zapełniona całkowicie. Atom wodoru, dla przykładu, ma tylko jeden elektron i w jego pierwszej powłoce jest jedno wolne miejsce. Dąży więc do tego, aby owo miejsce zapełnić, „pożyczając” elektron od jakiegoś innego atomu. W związku z tym, gdy dwa atomy wodoru znajdują się dostatecznie blisko siebie, dzielą się jakby swoimi elektronami, tak że wokół każdego z jąder krążą dwa, a nie jeden elektron. Owa dążność do zapełnienia powłok jest głównym sprawcą chemicznego wiązania. Dzięki niej dwa atomy, mimo że elektrycznie neutralne, mogą się wzajemnie przyciągać i żadne klamerki czy haczyki nie są do tego potrzebne.

Wyjątkowość atomów gazów szlachetnych polega na tym, że ich powłoki są całkowicie zajęte. Hel ma dwa elektrony, więc wypełniają one szczelnie pierwszą powłokę; wokół jądra neonu krąży dziesięć elektronów, dwa okupuje pierwszą, a kolejne osiem drugą powłokę. Podobnie sprawy się mają z argonem, kryptonem, ksenonem i radonem. Gdy atom ma zapełnione powłoki, nie stara się „pożyczać” elektronów od innych atomów, więc się z nimi nie wiąże.

Gdy sprawa chemicznej bierności gazów szlachetnych została wyjaśniona, od razu pojawiło się pytanie, czy jednak nie można ich zmusić do tworzenia związków. Jesienią 1961 r. Kanadyjczyk Neil Bartlett otrzymał niezwykle związek tlenu i sześćfluorku platyny. Gdy przygotowywał wykład dla studentów, zauważył, że wartości tzw. potencjału jonizacji cząsteczki tlenu i atomu ksenonu są niemal identyczne. Postanowił więc spróbować zamienić w otrzymanym związku dwa atomy tlenu na jeden ksenonu. I udało się. W marcu 1962 r. Bartlett otrzymał żółtopomarańczowy proszek, będący związkiem ksenonu, platyny i fluoru. Wkrótce kolejne gazy szlachetne – krypton i radon – zapędzone w związki chemiczne utraciły szlachectwo. Sprawa z argonem okazała się dużo trudniejsza. Dopiero w sierpniu tego roku doniesiono o sukcesie. Tak jak i w przypadku innych gazów szlachetnych wykorzystano najbardziej reaktywny

pierwiastek – fluor. Otrzymana molekula jest niezwykle prosta – tworzą ją zaledwie trzy atomy, po jednym fluoru, wodoru i oczywiście argonu. Jest niestety bardzo krucha, może istnieć tylko w bardzo niskiej temperaturze, otoczona atomami argonu. Gdy atomy innych pierwiastków znajdują się w pobliżu, molekula rozpada się i powstają inne związki, a argon wraca do stanu pojedynczego atomu. Podobnie dzieje się przy podniesieniu temperatury. Mimo takiego, jakby się wydawało, ograniczonego sukcesu chemicy są niezwykle podekscytowani. Wierzą, że w podobny sposób uda się otrzymać związki neonu i helu. Wówczas koncepcja absolutnie niereaktywnych substancji będzie pogrzebana absolutnie.

Stanisław Mrówczyński

Autor jest fizykiem, pracuje w Instytucie Problemów Jądrowych w Warszawie oraz w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Kielcach.