

POLA, CZĄSTKI I KOSMOS

(dokończenie ze str. 2)

Mimo tego postępu, wciąż brakowało spójnej teorii oddziaływań silnych i słabych. Sformułowano ją dopiero na przełomie lat 60. i 70. ubiegłego wieku, a sprawdzono doświadczalnie w ciągu następnych 20 lat. Do wcześniejszego sformułowania takiej teorii, brakowało – jak się okazało – dwóch zasadniczych elementów. Jednym z nich było odkrycie jeszcze głębszej struktury materii: protony i neutrony są zbudowane z mniejszych składników – kwarków. Wprowadzone przez Murraya Gell-Manna jako obiekty matematyczne, okazały się być realnymi cząstkami, choć zawsze uwięzionymi w hadronach (cząstkach oddziałujących silnie). Kwarki i leptoni (elektrony, miuony i tauny) to, według naszej obecnej wiedzy, najbardziej elementarne składniki materii. Drugi element ma charakter teoretyczny: kwantowa teoria pola okazała się koncepcją fizyczną znacznie bardziej uniwersalną niż początkowo myślano. Potrzebne były jednak dwa wielkie odkrycia teoretyczne. Jedno z nich, dokonane przez C. N. Yanga i Roberta L. Millsa, polega na uogólnieniu teorii pola do opisu oddziaływań cząstek elementarnych charakteryzujących się dodatkowymi, poza ładunkiem elektrycznym, liczbami kwantowymi. Drugie, równie fundamentalne, dotyczy pojęcia „próżni”, czyli stanu, w którym nie ma żadnych fizycznych cząstek. Okazuje się, że próżnia może nie być „próżna”. Pozorne „nic” może oddziaływać z cząstkami elementarnymi i być źródłem ich masy. Te dwa odkrycia doprowadziły do powstania Modelu Standardowego, który jest kwantową teorią pola, składającą się z teorii oddziaływań silnych, zwanej chromodynamiką kwantową, i zunifikowanej teorii oddziaływań elektromagnetycznych i słabych. Teoria ta opisuje oddziaływanie między kwarkami i leptonami poprzez wymianę innych cząstek między nimi, zwanych bozonami pośredniczącymi. Jednym z nich jest bezmasowy foton, część

z nich ma masę dzięki oddziaływaniu z „próżnią”. Istnienie wszystkich tych cząstek zostało już potwierdzone doświadczalnie.

Sformułowanie Modelu Standardowego ugruntowało naszą znajomość historii Wszechświata od jednej dziesiątej sekundy po Wielkim Wybuchu do chwili obecnej. Zaskakujący związek między prawami fizyki obowiązującymi w mikroświecie, z charakterystyczną skalą długości około tysiąc razy mniejszą od rozmiarów jądra atomu wodoru, i Wszechświatem o średnicy bilion bilionów (10^{24}) kilometrów wynika stąd, że Wszechświat rozszerza się. Początkowo był bardzo mały i bardzo gorący i zachodzące w nim procesy rządziły się prawami wynikającymi z Modelu Standardowego. Jedną z najważniejszych konsekwencji tych procesów jest powstanie określonych ilości różnych pierwiastków chemicznych we Wszechświecie, zgodnie z tymi, jakie obserwujemy w pomiarach astrofizycznych.

Fantastyczny postęp w badaniu praw elementarnych, osiągnięty dzięki sformułowaniu Modelu Standardowego, zamyka pewien rozdział badań. Jak w górskiej wspinaczce, weszliśmy na „półkę”, na której możemy chwilę odpocząć. Patrząc w górę widać już jednak nowe wyzwania, które otwierają nowy rozdział badań. Po pierwsze, chcielibyśmy lepiej zrozumieć, czym jest „próżnia”, z którą oddziałują cząstki elementarne i uzyskują masę. Po drugie, pomiary astrofizyczne i kosmologia doświadczalna mówią nam, że we Wszechświecie istnieją cząstki, których nie ma w Modelu Standardowym – zwane ciemną materią. Czym jest ten nowy rodzaj materii i jak oddziałuje? Cząstki te musiały pojawić się we Wszechświecie w czasie pomiędzy Wielkim Wybuchem a jedną dziesiątą (10^{-1}) sekundy. Mamy nadzieję, że na oba te fundamentalne pytania otrzymamy niebawem odpowiedź dzięki doświadczeniom, które wkrótce rozpoczną się przy użyciu akceleratora LHC.

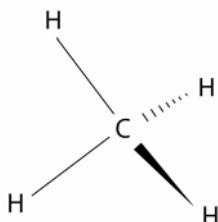
STEFAN POKORSKI

Przełomowe odkrycia i koncepcje po II wojnie światowej

Koncepcje w naukach technicznych

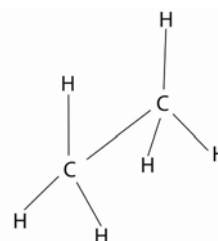
Za przełomowe koncepcje, które od zakończenia II wojny światowej miały miejsce w dziedzinie nauk technicznych uważam:

1. Rozpoczęcie wykorzystywania w konstrukcji obiektów technicznych, w coraz większym stopniu bezpośrednio, odpowiednio dobranych ze względu na ich strukturę atomów i molekuł. Stało się to możliwe dzięki znaczącemu pogłębieniu wiedzy o strukturze atomów i molekuł między innymi dzięki ich zdjęciom rentgenowskim. Znajduje to swój wyraz w tym, że mówiąc np. o molekułce metanu nie ograniczamy się jedynie do podania przy pomocy wzoru CH_4 informacji, że molekułkę tworzy jeden atom węgla i cztery atomy wodoru, ale podajemy jeszcze szkieletowy model tego trójwymiarowego połączenia w postaci dwuwymiarowego obrazu, który zawiera informacje o tym, że w przestrzeni trójwymiarowej jeden atom wodoru znajduje się nad płaszczyzną HCH a drugi poniżej tej płaszczyzny (rys. 1).



rys. 1

Podobnie w przypadku molekuły etanu C_2H_6 podajemy szkieletowy model tej molekuły w postaci struktury kozłowej (rys. 2).



rys. 2

2. Języki były dotąd przede wszystkim rozwijane jako środek komunikowania się między ludźmi. Obecnie realizowane są też prace nad takimi językami, które umożliwiłyby wprowadzenie przez ludzi do zbioru molekuł informacji o ich oczekiwanych przez nas uporządkowaniu. Elementy języków jako środków komunikowania się między ludźmi to: litery, wyrazy, zdania, książki. Elementy natomiast komunikowania się ludzi z molekułami to: molekuły, kody, geny, sztuczny DNA. Wydaje się, że można też już mówić o początkach informatyki molekularnej jako dziedzinie nauki.

STEFAN WĘGRZYN