

Na pytanie co to jest cząstka elementarna odpowiada

prof. dr Grzegorz BIAŁKOWSKI

Pytanie postawione w tytule można rozumieć dwojako: po pierwsze — co chcielibyśmy rozumieć przez cząstkę elementarną, a po drugie — co dziś obejmujemy tą nazwą. W pierwszym znaczeniu chodziłoby więc o podanie definicji, która by mogła nam dostarczyć kryterium rozpoznawania cząstek elementarnych, w drugim zaś o ustalenie stanu faktycznego, do którego doszło w wyniku wieloletnich badań teoretycznych i eksperymentalnych.

Pozornie mogłoby się wydawać, że odpowiedzi na oba pytania powinny się pokrywać. Od nas bowiem tylko zależy, jakie nazwy nadaje się obiektom fizycznym. Nie zawsze jednak tak jest. Najlepiej o tym świadczy przykład nazwy „atom”.

Jak wiadomo, pochodzi ona z języka greckiego (od słowa „atomos”, czyli „niepodzielny”) i została wprowadzona w V w. p.n.e. przez dwu filozofów greckich — Demokryta i jego nauczyciela — Leukippa. Pragnęli oni sobie odpowiedzieć na podstawowe pytanie nurtujące ludzkość od wieków a nawet tysiącleci, a mianowicie, jaka jest najgłębsza, najbardziej podstawowa struktura rzeczywistości. W owych czasach można było udzielić takiej odpowiedzi tylko na drodze spekulacji filozoficznych, gdyż nauki ścisłe były dopiero w powijakach. Leukippos i Demokryt założyli, że wszystko co jest, jest materialne (a więc i dusze!) i że materia nie jest podzielna nieograniczenie, to znaczy, że istnieją jakieś jej najdrobniejsze cząstki („atomy”), z których składa się cały wszechświat. Łączenie się i rozdzielanie atomów filozofowie ci uważali za istotę wszelkich zmian w przyrodzie. Ogromna większość późniejszych filozofów, a w tym takie autorytety jak Platon i Arystoteles, zwalczała hipotezę atomistyczną, która w ciągu wielu wieków nie znalazła należytego oddźwięku.

Do jej ponownego podjęcia przyczyniły się wyniki badań przyrodniczych, a szczególnie obserwacja, że poszczególne pierwiastki łączą się w związki chemiczne zawsze w pewnych ustalonych proporcjach. Fakt ten najłatwiej było wyjaśnić na gruncie hipotezy atomistycznej. Tak więc atom wkroczył raz jeszcze w początki XIX w. do historii myśli ludzkiej, tym razem jednak jako pojęcie podległe weryfikacji eksperymentalnej. W ciągu następnego dziesięciolecia wykryto wiele odmian atomów i uważano je za najbardziej podstawowe elementy materii, niepodzielne — zgodnie z nazwą wprowadzoną przez starożytnych myślicieli.

Jak jednak wiemy, atomy są podzielne. Świadczy o tym zjawisko jonizacji, a jeszcze dobitniej — promieniotwórczości. Nazwa „atom” przestała więc dobrze charakteryzować obiekty tą nazwą objęte. Mimo to jednak, wskutek wieloletniej tradycji nie zaniechano stosowania jej po dzień dzisiejszy. „Atom” Demokryta nie ma, jak stąd widać, wiele wspólnego z „atomek” współczesnej fizyki. Nie zaginęła przez to jednak idea Demokryta. W poszukiwaniu tych właśnie podstawowych składników materii sformułowano pojęcie „cząstki elementarnej”. Początkowo, w latach 1910—1920 można było przypuszczać, że cały wszechświat zbudowany jest wyłącznie z trzech rodzajów cząstek: protonów, elektronów i fotonów. Protony i elektrony mogły tworzyć jądra atomowe (należałoby wziąć A protonów i $A-Z$ elektronów aby uzyskać jądro o liczbie masowej A i atomowej Z), inne elektrony krążyłyby wokół tych jąder, a fotony byłyby potrzebne jako cząstki („kwanty”) pola elektromagnetycznego zapewniającego istnienie sił między elektronami i protonami. Co więcej, zarówno protony jak i elektrony są cząstkami trwałymi („niepodzielnymi”), a więc pasowałyby do koncepcji Demokryta.

Rzeczywistość okazała się jednak znacznie bardziej skomplikowana. Po pierwsze, Dirac przewidział istnienie antycząstek i rzeczywiście antycząstki zostały wykryte, najpierw pozyton jako antycząstka elektronu, a następnie, już w latach powojennych, antyproton. Przekonano się, że elektron i pozyton spotkawszy się, mogą „anihilować”, to znaczy zmieniać się w pewną liczbę fotonów (najczęściej 2 lub 3). Z punktu widzenia koncepcji Demokryta nie jest to zrozumiałe, gdyż „atomy” nie powinny ginąć ani powstawać.

Drugim odkryciem podważającym tę koncepcję było odkrycie neutronu. Okazało się, że neutrony, bliźniaczo podobne do protonów, różnią się od nich tym, że nie są trwałe. W wyniku rozpadu przechodzą one w układ trzech cząstek — proton, elektron i neutrino. Poza tym jednym faktem neutrony są równie podstawowe i elementarne jak protony i trudno sobie wyobrazić, że jedno z nich są „atomami”

