

Zadałem to pytanie, śmiałością swoją dorównujące chyba słynnej frazie Gałczyńskiego „Dlaczego ogórek nie śpiewa?” zastanawiając się, jakiej odpowiedzi na nie będą teraz ode mnie oczekiwać Czytelnicy. Na miłość Boską, chyba nie zwykłego „nie”? (Tu oczekuję odruchu buntu u niejednego i niejednej: „Chyba autor zapomniał, że wyrosliśmy już z wieku, kiedy kazano nam wierzyć w bajki” — i na to odrzekłbym tylko „czyżby?”) Sprawa wcale nie jest taka prosta. Ileż tu zależy od (a) definicji smoka, (b) definicji słowa „istnieje”, (c) od możliwości weryfikacji, a choćby i falsyfikacji jakiegokolwiek odpowiedzi na to pytanie.

Po pierwsze: w pewnym sensie istnieje wszystko, o czym w danej chwili co najmniej ja myślę jako o istniejącym. W tym sensie istnieje i smok, i pan Zagłoba, i Apollo. Na przykład pan Zagłoba, gdy o nim myślę, istnieje, co prawda w sposób całkowicie ode mnie zależny, ale ode mnie odrębny. Nie jest on przecież żadnym aktem mojej świadomości, gdyż o żadnym takim akcie nie można sensownie orzec, że ma dziurę w czole i umie wypić półgarncówkę miodu nie odrywając naczyń od ust. Ponieważ w tym sensie na pewno istnieją też i smoki, i to wszystkich możliwych rodzajów, więc kwestię tę dalej pomijam jako trywialną. Interesować mnie będzie tylko istnienie „na serio”, takie, jakim istnieje na przykład biurko, przy którym piszę ten artykuł.

Po drugie zatem: wszystko zależy od tego, jaką przyjmę definicję smoka. Jeśli na przykład patrząc na psa powiem: „Ten smok gotów jest wszystko pożreć”, to stosuję takie określenie smoka, przy którym smoki istnieją nie gorzej niż biurka. Ale i to wydaje się za łatwe, za trywialne. Niechże więc smok będzie istotą o jaszczurczych łapach, skrzydłach nietoperza, pokrytą łuską i z siedmioma pyskami zięjącymi ogniem. Czy takie smoki istnieją? Z pewnym wahaniem odpowiadam — chyba nie. Na czym opieram tę odpowiedź? Po pierwsze na tym, że nikt nigdy takiego potwora nie uświadczył, a po drugie na tym, że jego istnienie w tej postaci wydaje mi się całkowicie sprzeczne ze znanymi prawami biologii. Pierwszy powód — choć ważny! — nie wydaje się bardzo przekonujący. Wszak do czasu nikt nie widział na przykład radu. Czy w owym okresie rad nie istniał? Trudno byłoby zaryzykować takie twierdzenie. W końcu każde odkrycie przekonuje nas o czymś, czego przedtem nie znaliśmy. Pozostaje drugi powód, moim zdaniem poważniejszy. Istnienie smoka wydaje mi się sprzeczne z prawami biologii. Same prawa biologii, jak i każde inne, także się zmieniają. Czy mogę przysiąc, że jakieś rozszerzone prawa astrobiologii nie dopuszczają istnienia smoków w zapadłym zakątku naszej Galaktyki? A więc? Na dziś, w obecnym stanie wiedzy mógłbym tylko co najwyżej powiedzieć, że istnienie smoków wydaje mi się niezmiernie mało prawdopodobne.

Przejdźmy więc teraz na drugi kraniec naszego poznania i zapytajmy, czy biurka istnieją? Czy istnieją mocniej niż moje wyobrażenie biurka? Skłonny jestem odpowiedzieć, że owszem, chyba istnieją. Na czym to z kolei swoje przekonanie opieram? Po pierwsze, na tym, że odbieram rozmaite wrażenia zmysłowe — wzrokowe, dotykowe, może i słuchowe, jeśli stuknę w blat palcami, może jeszcze inne. Po drugie, że moje wrażenia mają walor spójności, są ze sobą nawzajem zgodne. Po trzecie, że ten kompleks wrażeń wykazuje wielką trwałość. Odchodzę od biurka, odwracam się do niego tyłem, potem znowu na nie spoglądam, a ono nic, stoi jak stało. Każdy może zrobić to doświadczenie.

Łatwo zauważyć, że prowadząc to rozumowanie opierałem się zarówno na danych wraźniowych, jak i na mojej wiedzy (przesądach?), o tym, jaki świat powinien być. Powinna w nim obowiązywać jakaś konsekwencja! jakaś przyczynowość! jakaś spójność wewnętrzna! Bez tego nic! Widać, że i w tym wypadku, podobnie jak przy smoku, nasze przekonanie o istnieniu bądź nieistnieniu opierało się na dwu czynnikach — zespole danych wraźniowych i zespole naszych teorii co do tego, jaki świat jest, wynikających z naszej chęci zrozumienia go. Biurko chyba istnieje — powiadam, ukrywając w tym „chyba” teoretyczną możliwość długotrwałego złudzenia zmysłowego, czy też rozchwiania się zasady przyczynowości akurat w tym kącie mojego pokoju.

Do czego zmierzam? Po prostu chciałbym uświadomić każdemu, kto jeszcze tego nie wie, że twierdzenia żadnej nauki przyrodniczej ani też zresztą poznania potocznego, codziennego, nie mają charakteru sądów absolutnych, lecz tylko mniej lub bardziej prawdopodobnych hipotez. Zgadzam się — czasem bardzo, bardzo prawdopodobnych. Jednakże możliwość zasadniczego wątplenia zawsze pozostaje. Należałoby odróżnić subiektywną pewność człowieka od zasadniczej hipotetyczności nauki. To samo dotyczy także sądów o istnieniu. Jeśli na przykład mówimy, że atomy istnieją, to dlatego, że ta hipoteza stała się obecnie wystarczająco prawdopodobna, aby ją można było przekształcać na subiektywną pewność. Lecz nie zawsze przecież tak było! W ostatnich latach XIX wieku wybitny filozof i fizyk, Ernest Mach, tak pisał o atomach: „nie przystoi wiedzy przyrodniczej zmiennym środkom ekonomicznym, które sama stworzyła, cząsteczkom i atomom, przyznawać bytu realnego poza zjawiskami”.





Innymi słowy, atomy są przydatne jako środki służące do ekonomicznego opisu zjawisk, ale naprawdę nie istnieją! I dopiero wyniki badań nad ruchami Browna (Einstein i Smoluchowski) oraz wspaniałe doświadczenia Jeana Perrina nad zachowaniem się kropelek emulsji żywicy przekonały — już chyba wszystkich (?) — że atomy jednak istnieją.

Przyznam się teraz szczerze Czytelnikom, że Redakcja *Delty* zamówiła u mnie artykuł nie o smokach i nawet nie o atomach, lecz o kwarkach, i że tytuł tego artykułu początkowo miał brzmieć „Czy istnieją kwarki?” Lecz bez tego wstępu, który już prawie mamy za sobą, nie byłbym w stanie jasno przedstawić zagadnienia.

Zacznijmy od protonu. Czy proton istnieje? W odróżnieniu od biurka nikt chyba nie może się pochwalić, że odbierał wrażenia zmysłowe pochodzące „wprost” od protonu. „No, dobrze”, zapyta ktoś, „a ślady pozostawione przez proton na przykład w emulsji fotograficznej czy w komorze pęcherzykowej? Czy to nie jest „fotografia” protonu?” Zastanówmy się, bo to ważny problem. Co w rzeczywistości widzimy na zdjęciu? Na negatywie widać zaczerwienienia, powstałe w wyniku dość prostych reakcji chemicznych zachodzących w emulsji podczas wywoływania fotografii. Ziarenka te pojawiły się w wyniku rozpadu bromku srebra i wydzieleniu się srebra metalicznego. Cząsteczki bromku rozpadły się zaś w wyniku działania sił elektrycznych wywieranych na nie przez przebiegającą przez emulsję cząstkę. Siły te maleją ze wzrostem odległości, a więc najsilniej oddziaływały w tych miejscach, w których było największe prawdopodobieństwo wykrycia (znalezienia) owej cząstki. Na podstawie oceny gęstości ziaren wzdłuż toru można oszacować ładunek elektryczny przebiegającego obiektu. I tak dalej. Biorąc to wszystko pod uwagę widzimy, że nasze rozumowanie, które i tym razem rozpoczyna się od wrażeń zmysłowych, dociera do konkluzji po bardzo długiej drodze. Musiało ono przebyć terytoria należące do teorii jonizacji ośrodków i do teorii reakcji chemicznych szczególnego rodzaju. Ponieważ liczenie ziaren (w celu oceny stopnia jonizacji) odbywa się pod mikroskopem, musimy też stosować prawa optyki. Jak widać i w tym wypadku nasze przekonanie o istnieniu protonu opiera się nie tylko na danych zmysłowych, ale także na naszej wiedzy o przyrodzie. Można by powiedzieć tak, że założenie czy hipoteza istnienia protonu ratuje naszą wiarę w racjonalność świata, który — gdyby proton nie istniał — byłby dla nas paradoksalną zagadką.



A neutron? Neutron nie pozostawia przecież śladu na kliszy. W tym wypadku — pomijając informacje pochodzące z interpretacji danych dotyczących budowy jądra atomowego — opieramy się na badaniu takich zdarzeń, w których w jednym punkcie przestrzeni w pewnej chwili zachodzi proces, w którym nie jest najwyraźniej zachowana energia, ani pęd, ani moment pędu, po czym, po pewnej chwili, w innym miejscu jakaś energia, i jakiś pęd, i jakiś moment pędu pojawiają się — z niczego. Do poprzednio już analizowanych czynników dochodzi jeszcze nasze głębokie przekonanie o słuszności zasad zachowania wymienionych wielkości mechanicznych. Nasza wiara w racjonalność świata wymaga od nas teraz jeszcze większego wysiłku — musimy założyć istnienie neutronu, chociaż nie widzimy jego śladu nawet w takim sensie, w jakim widzimy ślad protonu.

Niektóre cząstki elementarne żyją zdumiewająco krótko — ich średni czas życia jest rzędu 10^{-24} s. W takim wypadku śladów ich, choć niekiedy są to cząstki naładowane, nigdy nie widzimy. Aby cząstka o tak małym czasie życia przebiegła w komorze drogę rzędu 1 mm, musiałaby się poruszać z pędem około 10^{21} razy większym od jej masy (w układzie jednostek, w którym $c = 1$). Tego rodzaju pędy nie są obecnie osiągalne i może nigdy nie będą. Nawet w promieniowaniu kosmicznym nie obserwuje się energii większych od mniej więcej 10^{22} mas elektronu. Cóż więc takiego widzimy, co pozwala nam wierzyć w istnienie tak nietrwałych obiektów? Okazuje się, że żaden pojedynczy wypadek z udziałem takiej cząstki nic nam nie da. Musimy zebrać wiele „podejrzanych” wypadków, zrobić odpowiedni wykres i być może na tym wykresie pojawią się pewne cechy, które przemawiać będą za tym, że dana cząstka rzeczywiście istnieje. Przemawiają, ale tylko do tego, kto zdaje sobie sprawę, że hipoteza istnienia takiej cząstki jest jedyną znaną możliwością wyjaśnienia zdarzeń, które bez niej stanowiłyby irracjonalny chaos. „Znaną”? No tak, dlatego właśnie jest to hipoteza, a nie pewnik, dlatego hipoteza ta początkowo przyjmowana jest ostrożnie lub nawet z zastrzeżeniami i dopiero wtedy, gdy danych zgromadzi się dużo, mówi się o potwierdzeniu istnienia cząstki. Potwierdzeniu — ale zawsze w domyśle pozostaje „w ramach naszej dzisiejszej wiedzy o świecie”.

No a co z tymi kwarkami? Chyba wszyscy domyślamy się, w czym rzecz i dlaczego Redakcja *Delty* kazała mi zadać sobie pytanie „czy istnieją kwarki?” Bo, po prostu, kwarku swobodnego nikt jeszcze z całą pewnością nie zaobserwował, choć było wielu takich, którzy sądzili, że go schwycili jak motyla w sieć swoich przyrządów. Ale chyba było to złudzenie wspomagane dobrą (bardzo dobrą!) wolą zaobserwowania tego niezwykłego obiektu, którym wydaje się kwark. Innymi słowy, kwark, jeżeli istnieje, nie może opuścić wnętrza hadronu. Nie mamy zatem żadnych szans go „zobaczyć”, choć pewno co najmniej jeden kwark byłby całkowicie trwały. I naładowany elektrycznie.



Na czym więc opiera się nasze przekonanie o tym, że kwarki jednak istnieją? Sytuacja jest analogiczna do wszystkich poprzednich. Pewne doświadczenia dostarczają nam pewnych danych zmysłowych, które zanalizowane w świetle obecnie uznawanej za ważną wiedzy fizycznej nie znajdują innego wyjaśnienia poza tym: kwarki istnieją.

Takich doświadczeń uprawdopodobniających hipotezę istnienia kwarków uskładało się już bardzo wiele. Poniżej przedstawiam ich niekompletną listę.

1. Fakt istnienia tylko tych cząstek elementarnych, które można złożyć z par kwark-antykwar (mezony) i trzech kwarków (bariony) (a więc fakt, że nie obserwuje się w przyrodzie tzw. cząstek egzotycznych, które by miały inną kompozycję kwarkową).
2. Fakty dotyczące pewnych własności barionów — mas, momentów magnetycznych itd., które można wyjaśnić tylko zakładając istnienie kwarków (posługując się rozmaitymi modelami teoretycznymi, przede wszystkim modelem worka).
3. Fakty dotyczące wielu procesów zachodzących w świecie cząstek elementarnych — zarówno tzw. procesów głęboko nieelastycznych zderzeń leptonów z hadronami (w praktyce — z nukleonami), jak procesów anihilacji par elektron-pozyton w układy hadronów. W tym ostatnim wypadku szczególnie prosty dowód eksperymentalny istnienia kwarków i to kwarków z kolorem daje pomiar stosunku prawdopodobieństwa anihilacji w układy hadronowe do prawdopodobieństwa anihilacji w parę mion-antymion.
4. Fakty wyjaśniane przez jednolitą teorię oddziaływań słabych i elektromagnetycznych, która nie mogłaby powstać, gdyby nie można było założyć, że kwarki istnieją.

I inne.

To, co chciałem w tym artykule powiedzieć, już właściwie powiedziałem, ale jeszcze krótko to podsumuję. Nie można wprawdzie powiedzieć, że kwarki istnieją z równym prawdopodobieństwem jak to, z którym orzekamy o istnieniu biurka. A nawet protonu. Ale też można śmiało powiedzieć, że istnienie kwarków wydaje się znacznie, znacznie bardziej prawdopodobne od istnienia smoków. Więc jeśli ktoś wierzy w smoki, to tym bardziej powinien uwierzyć w istnienie kwarków. A nawet — jeśli w smoki od dawna już nie wierzy.



Zadania

Redaguje mgr Witold MARCISZEWSKI

M 404. Czy można tak wybrać 1000 punktów na okręgu o promieniu 1, aby odległość każdego dwóch spośród nich była liczbą wymierną?

Rozwiązanie na str. 6

M 405. Na wszystkich ulicach miasta A obowiązywał ruch dwukierunkowy. W okresie remontu dróg na części ulic wprowadzono ruch jednokierunkowy, po pewnym czasie przywrócono na tych ulicach ruch dwukierunkowy, natomiast na wszystkich pozostałych wprowadzono ruch jednokierunkowy. W obydwu przypadkach z dowolnego punktu miasta można było przejechać do dowolnego innego. Wykazać, że w mieście A można tak wprowadzić ruch jednokierunkowy na wszystkich ulicach, aby przejazd z każdego punktu miasta do dowolnego innego był możliwy.

Rozwiązanie na str. 16

Redagują mgr Tomasz TRATKIEWICZ i mgr Włodzimierz ZIELICZ

F 176. Dolny koniec cienkiej, pionowej rurki o długości $2L$ jest zatopiony, a górny otwarty. W dolnej połowie rurki znajduje się gaz o temperaturze T_0 , a górna połowa wypełniona jest rtęcią. Ciśnienie atmosferyczne jest równe ciśnieniu słupa rtęci o wysokości L . Do jakiej minimalnej temperatury należy ogrzać gaz w rurce, aby całkowicie wyparł rtęć? Rozszerzalność cieplną rtęci i rurki oraz ciśnienie związane z napięciem powierzchniowym rtęci można pominąć.

Rozwiązanie na str. 13

F 177. Izolowany cieplnie zbiornik jest połączony jednakowymi, bardzo małymi otworkami z dwoma naczyniami zawierającymi hel gazowy. W obu naczyniach utrzymywane jest ciśnienie p i temperatury: T w jednym naczyniu oraz $2T$ w drugim. Jakie ciśnienie i temperatura ustalą się wewnątrz zbiornika, jeśli początkowo był on całkowicie opróżniony z gazu?

Rozwiązanie na str. 11

