

Bozon Higgsa pomostem do ukrytych światów

James WELLS*

Co najmniej od czasów Kopernika społeczność naukowa dopuszcza do siebie myśl, że ludzkość nie musi znajdować się w centrum wszechrzeczy. Mimo to staramy się przede wszystkim poznać siebie, by zrozumieć nasz los i poprawić warunki, w jakich żyjemy. To dlatego przedmiotem wielu dziedzin nauki jest znalezienie przyczyn ludzkiego działania i polepszenie warunków życia. Ekonomia, medycyna, historia, socjologia, a nawet nauki techniczne – wszystkie one są przecież wynikiem usilnego dążenia do opisanego powyżej celu.

Wydaje nam się często, że fizyka jest ponad tego typu błahostkami. Fizycy jawią się jako wyprani z uczuć obserwatorzy, postrzegający ludzkość jako jeden z niezliczonych członów wielkiego równania bytu. Aby poprawnie opisać Wszechświat, którego nie obchodzi nasze istnienie, nie można pozwalać sobie na antropocentryzm.

Wrażenie to jest jednak z całą pewnością błędne. Historia fizyki, jak każdej dziedziny nauki, jest nierozdzielnie związana z naszym człowieczeństwem. A najlepszego przykładu dostarcza fizyka cząstek elementarnych – pozornie najbardziej abstrakcyjna i najmniej związana z naszym codziennym doświadczeniem.

Pomyślmy najpierw o wszystkich znanych cząstkach elementarnych. Kwarki górne i dolne łączą się w protony i neutrony. Łącząc protony z neutronami i dorzucając do tej mieszanki jeszcze inne cząstki elementarne – elektrony – otrzymujemy atomy. Atomy te łączą się w cząsteczki wodoru, tlenu, związków węgla, które z kolei tworzą komórki, włosy, płuca i stopy. Krótko mówiąc, badanie cząstek elementarnych jest tak naprawdę badaniem nas samych!

Można by tu protestować, że przecież znamy znacznie więcej cząstek elementarnych niż wymienione powyżej. No tak, mamy przecież fotony. Te nie są jednak niczym innym jak nośnikami sił pomiędzy naładowanymi cząstkami budującymi nasze ciała. A bozony W i Z? One także przenoszą oddziaływania – te powodujące sporadyczne przemiany promieniotwórcze w jądrach atomowych w naszych ciałach.

To nie wszystko! Istnieją jeszcze miony i taony. Są one jednak jedynie kopiami elektronu, różniącymi się od niego większą masą. Nic nowego pod słońcem. Podobnie kwarki: dziwny, powabny, bottom i top – też są kopiami, tylko cięższymi, kwarków dolnych i górnych, z których jesteśmy zbudowani.

Wydaje się, że, rozważając elementarne składniki materii, nie jesteśmy w stanie przekroczyć ciasnego horyzontu myślowego, określonego składem ludzkiego ciała. Nie chodzi tutaj o umniejszanie niezwykłych osiągnięć fizyki cząstek elementarnych, która w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat odkryła wiele nowych, fundamentalnych, a dziś dobrze zrozumianych praw przyrody. Te prawa jednak ciągle odnoszą się do pytania, jak zbudowane jest i jak działa – na najbardziej podstawowym poziomie – ludzkie ciało. Jak wyjść z tego zakłętą kręgu?

Natychmiast nasuwają się dwa oczywiste pytania. Dlaczego właściwie mielibyśmy wierzyć, że wśród fundamentalnych składników materii są takie, które nie mają zupełnie nic wspólnego ze składem ludzkiego ciała? A jeśli nawet one istnieją, jak możemy się o tym przekonać?

Odpowiedź na pierwsze pytanie jest prosta: nie jesteśmy niczym specjalnym we Wszechświecie. Ot, bryłkami gliny, wirującymi na powierzchni małej niebieskiej kulki w obezwładniającym ogromie Wszechświata. Dlaczego właściwie mielibyśmy się uważać za całkowicie reprezentatywną jego część? I rzeczywiście, istnienie ciemnej materii, wywnioskowane pośrednio z badań astrofizycznych i argumentów kosmologicznych, pokazuje, że we Wszechświecie jest więcej rzeczy nieznanymi (ciemna materia) niż znanych (składniki ludzkiego ciała).



*CERN i University of Michigan

**Rozwiązanie zadania F 771.**

W punkcie A mamy $\varphi_A = \mathcal{E}/2$,
w punkcie B zaś $\varphi_B = \mathcal{E}/3$ lub
 $\varphi_B = 2\mathcal{E}/3$, w zależności od położenia
czwartego kondensatora. Stąd

$$\varphi_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \pm \mathcal{E}/3 = \pm 2 \text{ V.}$$



Koniecznym elementem struktury Modelu Standardowego cząstek elementarnych jest występowanie tzw. spontanicznie naruszonej symetrii (zob. *Delta* 5/2000). Najpowszechniej przyjmowanym wyjaśnieniem tej własności jest istnienie tzw. pola Higgsa i związanej z nim cząstki, zwanej bozonem Higgsa. [Przyp. Red.]



Na drugie pytanie odpowiedź jest znacznie trudniej. Ciemną materię próbuje się wykryć bezpośrednio w wielu działających i dopiero projektowanych eksperymentach: poprzez jej zderzenia z jądrami atomowymi w detektorach ukrytych przed zakłóceniami światła zewnętrznego w kopalnianych szybach, czy też poprzez obserwację, w detektorach wyniesionych na okołozemskie orbity, znanych cząstek będących produktami anihilacji cząstek ciemnej materii. Na to odkrycie wciąż czekamy.

Cząstki ciemnej materii to tylko jedna z niezliczonej liczby możliwych rodzajów cząstek i oddziaływań, które nie mają nic wspólnego z naszymi ciałami. Niektóre cząstki mogą pojawiać się na nieuchwytnie krótki czas, kiedy w określonym miejscu przestrzeni zostanie skoncentrowane dostatecznie wiele energii. Inne mogą być stabilne i przemierzać bezkres Wszechświata, nie oddziałując z „ludzka” materią. Niektóre podejścia fizyki teoretycznej, usiłujące wyjaśnić własności oddziaływań fundamentalnych za pomocą teorii strun, przewidują tysiące takich nowych cząstek, z których tylko jedna (i oby aż jedna!) może zostać odkryta w detektorach ciemnej materii. Czy są zatem jeszcze jakieś inne drogi do odkrycia takich cząstek?

Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) w CERN-ie jest jedną z latarii, którymi możemy oświetlić ciemności ukrytych światów, złożonych z cząstek niemających nic wspólnego z budową naszych ciał. W szczególności, czułym probierzem takich ukrytych światów może być bozon Higgsa. Sprawia to jego wyjątkowa prostota, jest on bowiem tzw. cząstką skalarną – całkowicie niewrażliwą na transformacje szczególnej teorii względności i wyglądającą dokładnie tak samo bez względu na to, czy układ odniesienia obrócimy albo wprawimy w szybki ruch jednostajny.

Bozon Higgsa cieszy się zasłużonym szacunkiem jako źródło masy wszystkich cząstek budujących nasze ciała. Jednak niezależnie od tej własności może on także oddziaływać z cząstkami skalarnymi ze światów ukrytych – będąc tym samym pomostem łączącym „nasz” świat z tymi ukrytymi. Fizyczna przestrzeń wypełniona jest bowiem przez pole związane z bozonem Higgsa – a ściślej jego tzw. wartość próżniową. Nawet w przestrzeni kosmicznej czy też pod najbardziej wydajnymi pompami próżniowymi wartość pola Higgsa będzie niezmienna.

Dlaczego taka wartość próżniowa pola Higgsa miałaby pomóc nam w dotarciu do ukrytych światów? Otóż nie ma żadnych przeszkód, aby także pola skalarne ukrytych światów miały swoje wartości próżniowe. Wartości próżniowe pól skalarnych działają zaś jak klej, wiążący te pola i powodujący ich mieszanie, tj. pole Higgsa staje się trochę polem świata ukrytego i *vice versa*. To właśnie jest pomost umożliwiający oddziaływanie cząstkom z różnych światów.

Skoro LHC będzie pierwszym w historii akceleratorem zdolnym wyprodukować bozon Higgsa i, tym samym, oświetlić ten pomost, przejście do ukrytych światów może być już na wyciągnięcie ręki. Cząstki ukrytych światów mogą, na przykład, spowodować, że eksperymenty przy LHC ujrzą rozpady cząstek Higgsa inne od tych, których spodziewać się należy w Modelu Standardowym.

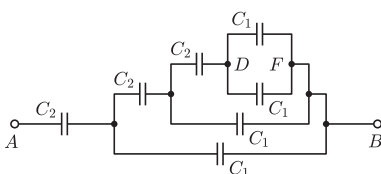
Przykładowo, bozon Higgsa może być produkowany zgodnie z oczekiwaniami, ale zamiast rozpadać się na dwa kwarki bottom lub bozony W, jak chciałby tego Model Standardowy, mógłby wybrać przejście do ukrytego świata i rozpadać się na coś innego. Jeżeli tym czymś byłyby wyłącznie cząstki ukrytych światów, mielibyśmy do czynienia z „niewidzialnym rozpadem”, który wyjdzie na jaw w szczegółowych analizach wyników doświadczalnych. Ukryte produkty rozpadu bozonu Higgsa mogłyby również wrócić do naszego świata tym samym bądź innym pomostem, rozpadając się na zwykłe cząstki znanej materii, na przykład na cztery elektrony. Tego normalny bozon Higgsa nigdy by nie zrobił, więc zarejestrowanie takiego procesu byłoby silnym argumentem na rzecz istnienia przejścia do ukrytych światów.

Okazuje się zatem, że rekordowe energie zderzeń zapewniane przez LHC oraz dokładne mierzenie rozpadów bozonu Higgsa mogą przełamać naszą wąską – antropocentryczną – wizję budowy materii i poprowadzić nas ku niezmiernym terytoriom nowych światów. A byłoby to zaledwie początkiem nowej fizyki cząstek elementarnych.

tłumaczył Krzysztof TURZYŃSKI

**Rozwiązanie zadania F 772.**

Przerysowując obwód w inny sposób,



zauważamy, że pojawia się w nim ten sam element, obniżający napięcie dwukrotnie. Zatem różnica potencjałów między punktami D i F wynosi $U/2^3 = 2 \text{ V}$.