

## Atomki na tropie tajemnicy

Krzysztof TURZYŃSKI\*

Kiedy cały świat, a przynajmniej świat fizyków cząstek elementarnych, pilnie śledził, czy w doniesieniach na temat LHC nie pojawią się wzmianki o zaobserwowaniu jakichś nowych, niewyjaśnianych znaną teorią zjawisk, w małym laboratorium fizyki jądrowej Atomki w węgierskim Debreczynie stwierdzono pewien kłopotliwy fakt.

Spoczywające jądra litu  ${}^7\text{Li}$  były bombardowane wiązką elektronów i protonów o energii 1,03 MeV, dokładnie dobraną tak, by wywołać fuzję protonów z jądrami litu i wytworzyć jądro berylu  ${}^8\text{Be}$ , a dokładniej jego stan wzbudzony o energii 18,15 MeV. Stan taki żyje bardzo krótko, po czym zmienia się w stan podstawowy, a nadmiarowa energia emitowana jest w postaci pary elektron-pozyton. Obie te cząstki można zaobserwować, precyzyjnie określając ich energie oraz kierunki. Liczba zdarzeń, w których elektron i pozyton rozbiegają się pod określonym kątem, powinna wyraźnie maleć ze wzrostem kąta. Takie eksperymenty są wykonywane rutynowo przez fizyków zajmujących się badaniem jąder atomowych i pozwalają na wnioskowanie o szczegółach własności oddziaływania składników tych jąder, czyli protonów i neutronów, co z kolei pozwala na ulepszanie teoretycznego opisu jąder atomowych.

Tymczasem zespół, którym kierował Attila Krasznahorkay, zobaczył coś nieoczekiwanego. Liczba par elektron-pozyton rozbiegających się w przedziale kątów 120–160 stopni była wyraźnie większa od oczekiwanej, tworząc wyraźną „górkę” na wykresie. Było to zastanawiające z co najmniej dwóch względów. Po pierwsze, nie ma żadnego znanego powodu, aby taki nadmiar występował. Po drugie, o czym niejednokrotnie można było przeczytać w *Delcie*, zaobserwowanie zwiększonej częstości występowania produktów reakcji o określonych parametrach często wiąże się z wytworzeniem krótko żyjącego stanu pośredniego i stanowi niejednokrotnie jedyny zauważalny przejaw istnienia takiego stanu. W tym przypadku byłyby to cząstka o masie około  $17 \text{ MeV}/c^2$ , czyli zaledwie trzydziestotrykrotnie cięższa od elektronu, najlżejszej z masywnych cząstek elementarnych, jeśli nie liczyć bardzo niechętnie oddziałujących z materią neutrin. Czy możliwe, by fizycy cząstek od dziesięcioleci uzyskujący w akceleratorach wyższe energie „przegapili” coś tak lekkiego? Czy istnienie takiej cząstki nie jest aby wykluczone przez wyniki przeprowadzonych dotąd doświadczeń?

Jest wykluczone na podstawie danych dotyczących rozpadów znanych cząstek, a konkretnie rozpadu neutralnych pionów na parę fotonów. Działający w CERN-ie eksperyment NA48/2 bada te oddziaływania bardzo dokładnie. Gdyby nowa cząstka o masie potrzebnej do wyjaśnienia anomalii z Atomków oddziaływała z materią jądrową, zostałaaby w miarę łatwo wykryta, gdyż mogłaby być jednym z produktów rozpadu pionu. Mogłaby, o ile oddziaływałaby tak jak znane cząstki, a nie, na przykład, tylko z neutronami, ignorując protony i neutralne piony.

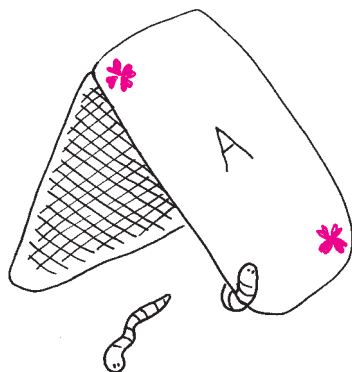
Zauważyła to grupa naukowców z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Irvine kierowana przez Tima Taita. Po przeanalizowaniu dostępnych danych zauważyli oni, że taka własność, nazwana przez nich protofobią, oszczędziłaby takiej cząstce wcześniejszego ujawnienia, ale znakomicie wyjaśniałaby rezultaty węgierskich badaczy. Praca szczegółowo uzasadniająca tę propozycję została opublikowana w prestiżowym czasopiśmie *Physical Review Letters* i wzbudziła spore poruszenie wśród fizyków cząstek elementarnych i fizyków jądrowych.

Entuzjaści nowego pomysłu od razu zabrali się za tworzenie pełnych teorii zawierających nowo odkrytą cząstkę. Sceptycy zauważyli, że i wcześniejsze publikacje zespołu z Debreczyna nie raz donosiły o różnych zaobserwowanych anomaliami. Krasznahorkay odpowiadał im, że te poprzednie prace powstały w czasach, gdy zespołem kierował nieżyjący już Fokke de Boer, i dotyczyły starego układu doświadczalnego, podczas gdy nowy został porządnie

\*Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

skalibrowany i pracuje stabilnie, nie wykazując żadnych niepokojących objawów. Flegmatycy czekają zaś na niezależne sprawdzenie wyników laboratorium Atomki, czego można dokonać, używając do tego celu działającego przy LHC detektora LHCb. Odpowiednia analiza zostanie wykonana w ciągu najbliższych lat po nagromadzeniu odpowiedniej liczby danych doświadczalnych.

Czy zatem jesteśmy świadkami przełomu? Historia fizyki cząstek elementarnych ostatnich lat obfituje w szybko przebrzmiewające sensacyjne odkrycia. Niedobrze byłoby jednak stracić czujność i nie przyglądać się uważnie podejrzanym wynikom doświadczeń. Choć z dzisiejszej perspektywy wiele ważnych odkryć wydaje się dziełem przypadku, przypadek ten zawsze natrafiał na kompetentnych i przygotowanych naukowców.

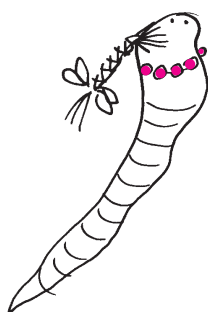


## Czy moja ręka jest losowa?

Piotr MARKOWSKI\*

Grając w większość gier karcianych, musimy przetasować talię w taki sposób, aby ich kolejność była „jak najbardziej” losowa. Pierwszym pytaniem, na które odpowiemy sobie w tym artykule, jest pytanie o probabilistyczny sposób wyrażenia tej własności.

Powiedzmy, że mamy do dyspozycji  $n$  kart, które ponumerowaliśmy liczbami naturalnymi. Gdy przyporządkujemy kartom ich pozycje, to szybko zauważymy, że ta reprezentacja prowadzi nas do interpretacji potasowanej talii jako permutacji zbioru  $\{1, 2, \dots, n\}$ . Teraz możemy zastanowić się, jaki jest cel tasowania kart i opisać dobre potasowanie w języku probabilistyki. Skoro potasowana talia  $n$  kart może być potraktowana jako permutacja, to mówiąc o dobrym tasowaniu, zapewne mamy na myśli, że po potasowaniu kart otrzymamy dowolną permutację z jednakowym prawdopodobieństwem. Na przykład dla talii 3 kart każda z sześciu możliwości ich potasowania ((123), (132), (213), (231), (312), (321)) powinna wypadać – średnio – raz na sześć tasowań.



Zbadajmy teraz pewne proste tasowanie: w każdym ruchu bierzemy kartę z wierzchu i wkładamy ją na losowe miejsce w talii (a jakżeby inaczej: z jednakowym prawdopodobieństwem!). Pokażemy, że jeżeli oznaczymy kartę leżącą na spodzie stosu kart, a następnie będziemy tasować do momentu, aż oznaczona karta trafi na wierzch i jeszcze jeden ruch dłużej, to otrzymamy losową (w przedstawionym wyżej sensie) talię. Pomysł wygląda prosto, ale jak sprawdzić, że działa? Żeby przekonać się o jego skuteczności, podzielmy nasze tasowanie na drobniejsze kroki:

1. Tasujemy do momentu, aż pewna karta znajdzie się pod oznaczoną kartą.
2. Tasujemy do momentu, aż dwie karty znajdą się pod oznaczoną kartą.
- ...
- $n - 1$ . Tasujemy do momentu, aż  $n - 1$  kart znajdzie się pod oznaczoną kartą.
- $n$ . Wkładamy oznaczoną kartę (znajdącą się w tym momencie na wierzchu) w dowolne miejsce talii z jednakowym prawdopodobieństwem.

Teraz możemy uzasadnić, że po każdym kroku karty znajdujące się pod kartą oznaczoną są dobrze potasowane.

1. Nie ulega wątpliwości, że po pierwszym kroku karty znajdujące się pod tą oznaczoną są dobrze potasowane (jest wszak tylko jedna...).
2. A zatem: nie ulega wątpliwości, że po drugim kroku 2 karty znajdujące się pod tą oznaczoną są dobrze potasowane (karta z wierzchu z takim samym prawdopodobieństwem znajdzie się pod i nad pierwszą kartą, która trafiła pod oznaczoną kartę).

\*doktorant, Wydział Matematyki i Informatyki, Uniwersytet Wrocławski