

Suma energii emitowanych elektronów w procesie bez emisji neutrin musi bowiem być dokładnie równa energii dostępnej w przemianie. Wyznaczone dotychczas granice czasu są oszalałymi. Na przykład ocenia się, że german ^{76}Ge powinien rozpaść się z połowkowym czasem życia rzędu $10^{21} - 10^{24}$ lat, ale po sukcesie grupy z Irvine nadzieje na bezpośrednie zaobserwowanie procesu bardzo wzrosły.

Te istniejące, dolne oszacowania czasu życia wystarczają teoretykom do powiedzenia czegoś bliższego o masie naszego tytułowego bohatera. W teorii podwójnego rozpadu β istnieje prosty związek między połowkowym czasem życia w procesie $2\beta 0\nu$ a masą lekkiego neutrina elektronowego:

$$(2) \quad T_{\frac{1}{2}}^{-1} = M_{mm} \left(\frac{m_\nu}{m_e} \right)^2$$

Podstawiając z lewej strony równania znaną doświadczalnie dolną wartość czasu $T_{\frac{1}{2}}$ łatwo otrzymać ograniczenie od góry m_ν , o ile potrafimy wiarygodnie obliczyć występujący we wzorze (2) współczynnik M_{mm} . Jego wielkość zależy od subtelnych szczegółów struktury jąder (A, Z) , $(A, Z \pm 1)$ i $(A, Z \pm 2)$ biorących udział w przemianie, a szczególnie jądra pośredniego $(A, Z \pm 1)$. W przypadku germanu ^{76}Ge jest nim jądro arsenu ^{76}As . W ciągu ostatnich czterech lat rozwinięto wiarygodne metody obliczania wartości współczynnika M_{mm} w kilku centrach fizyki teoretycznej, np. w Pasadenie (USA), w Heidelbergu i w Tybindzie (Niemcy), w Janinie (Grecja).

Otrzymane w różnych ośrodkach wartości współczynnika są zbliżone, co podnosi zaufanie do oszacowania masy neutrina przeprowadzonego w oparciu o wzór (2). Na tytułowe pytanie grupa teoretyków z Tybingi i Janiny – w której badaniach uczestniczy również autor – odpowie, że masa neutrina nie może być większa od 0,8 eV ($\approx 1,5 \times 10^{-33}$ g). Niestety, w dalszym ciągu nie potrafimy podać dolnej granicy masy, która jest najbardziej frapującą zagadką z punktu widzenia kosmologii.

Pomiary gęstości materii widzialnej wskazują, że jest ona równa granicznej gęstości, przy której modele rozszerzającego się nieograniczenie Wszechświata przechodzą w modele Wszechświata zamkniętego. Gdyby neutrina miały istotnie różną od zera masę spoczynkową, mogłoby to wystarczyć do zamknięcia Wszechświata.

Bardziej precyzyjne „ważenie” naszego bohatera musi zaczekać na bezpośredni pomiar czasu życia w rozpadzie $2\beta 0\nu$. Rozwijane są też inne metody pomiaru jego masy, ale to już temat na inny artykuł.

P.S. Rozpad β znowu nas zaskoczył. W 1991 roku potwierdzone zostały obserwacje sprzed 6 lat: około 1% jąder rozpada się wyrzucając zagadkowe neutrin o masie 17 keV. Wynik ten jest ciągle kontrowersyjny, gdyż niektóre grupy doświadczalne nie obserwują tego neutrina. Może jednak jest to pierwszy sygnał fizyki spoza modelu standardowego?



Zadania

Redaguje Michał WOJCIECHOWSKI

M 625. Udowodnić, że liczba wszystkich cyfr w wyrazach ciągu $1, 2, 3, \dots, 10^k$ jest równa liczbie wszystkich zer w wyrazach ciągu $1, 2, 3, \dots, 10^{k+1}$.
Rozwiązanie na str. 16

M 626. W ciągu Fibonacciego $1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, \dots$ wybrano osiem kolejnych wyrazów. Udowodnić, że ich suma nie należy do ciągu.
Rozwiązanie na str. 16

M 627. Jaka jest największa liczba n o tej własności, że istnieją takie wypukłe środkowo symetryczne wielościany W, W_1, W_2, \dots, W_n , z których każdy jest przesunięciem wielościanu W mającym z nim punkt wspólny, że W, W_1, W_2, \dots, W_n mają parami rozłączne wnętrza?
Rozwiązanie na str. 16

Redaguje Jarosław KULPA

F 329. Wahadło rozpoczyna drgania harmoniczne z amplitudą x_m . Na skutek oporów aerodynamicznych amplituda drgań maleje dwukrotnie w ciągu czasu t_0 . Jaka będzie amplituda drgań po czasie $2t_0$ od momentu rozpoczęcia ruchu?

Uwaga. Siła oporów aerodynamicznych jest proporcjonalna do kwadratu prędkości ciała.
Rozwiązanie na str. 6

F 330. W artykule *Sprawdź wymiary* omówione są zalety analizy wymiarowej. Stosując ją spróbuj oszacować zależność prędkości łodzi wioślarskiej od liczby wioślarzy.
Rozwiązanie na str. 6