

ayrıca nötrinin mutlak kütlelerinin hesaplanmasına da olanak tanıyacak. Çünkü bu kütle, bozunmanın yarı ömrüyle ilintili. Japonya ve Kanada'da yapılan nötrino deneyleri, bu parçacığın üç çeşni olan elektron, müon ve tau nötrinolarının "birbirlerine dönüştüğünü" ve dolayısıyla da kütleyle sahip olduklarını göstermişti. Ancak, bu deneyler nötrino çeşnilerinin kütleleri arasındaki farklar için bir değer sunmalarına karşın, mutlak kütle için bir büyüklük vermiyorlardı.

Heidelberg ekibinin iddiasının fizikçiler arasında bir dalgalanma yarattığı kesin. Ancak, şimdiye kadar yükselen sesler alkış sesleri değil. Gerçi bir çok araştırmacı, Klapdor-Kleingrothaus ve ekibinin yeni bulgularının, eskisine göre daha güvenli olduğunu teslim ediyor; ama yine de fizik topluluğunun ortak görüşü Standart Modeli kaldırıp atmadan önce iddianın yeni deneylerle doğrulanması gerektiği merkezinde.

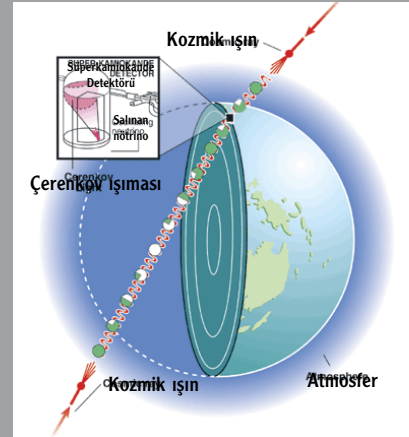
Bu deneylerden birisi halen Amerikalı, Hollandalı, İspanyol ve İtalyan fizikçilerce yine Gran Sasso'da yürütülüyor ve birkaç yıl içinde sonuç alınması bekleniyor. Deneyde 40 kg teluryum oksit kullanılıyor ve teluryum-130'un yaydığı termal atımların duyarlı ölçümü yapılıyor. Cuoricino adlı deneyin sözcüsü, birkaç yıl sonra alınacak sonucun Heidelberg ekibinin bulgularını doğrulayabileceğini belirtiyor. Fransa'da yürütülmekte olan NEMO3 adlı deneyin de üç yıl içinde Heidelberg sonuçlarını doğrulaması ya da yadsıması bekleniyor. Ama California Teknoloji Enstitüsü'nden Petr Vogel'e göre kesin yargı için 3-5 yıl içinde başlatılacak ve 10 kg yerine 100 kg düzeyinde detektörler kullanacak olan deneylerin beklenmesi gerekecek. Bunlar arasında Cuoricino'nun gelişmiş versiyonuolan Cuore, Majorana adlı yeni bir germanyum deneyi, yeni bir Heidelberg-Moskova ortaklığını öngören GENIUS projesi ve NEMO3'ün daha güçlü modeli olan SüperNEMO sayılıyor.

Eğer bunlardan da bir sonuç çıkmayacak olursa, sıra devlere gelecek. Vogel, 1 tonluk radyoaktif madde kullanılacak detektörlerin ancak 2010 yılından sonra devreye girebileceğini söylüyor. Bu büyük detektörler 10^{27} ya da 10^{28} yıl yarılanma ömrü düzeylerini araştırarak. Bu değerler, 0.01 eV düzeyine karşılık geliyor ki, bu da Heidelberg deneyinin bulgusundan 40 kat küçük ve nötrino salınımı deneylerinin nötrino kütlesi için koyduğu alt değerle örtüşüyor.

Fizikçilerin, var olduğu bile kesin olmayan bir bozunma modeli üzerinde böylesine durmalarının elbette bir başka nedeni daha var. Uzmanlar, nötrinolar çift beta bozunması bilmesini çözenin, Nobel Ödülü'nü alacağına kesin gözüyle bakıyorlar.

Super-K, Nötrino Salınımını Netleştirdi

Japonya'nın ortalarında bir madende 50.000 ton suyla doldurulmuş bir havuz çevresinde o tarihe kadar sessiz sedasız çalışan çeşitli uluslardan biliminsanları, 1998 yılında fiziki temellerinden sarsacak bulgularını açıkladılar. Bilinen madde envanterinin en gizemli üyeleri olan nötrinolar bir çeşniden, kendi detektörlerinin belirleyemediği başka bir çeşniye salınıyorlardı. Super-Kamiokande Nötrino Gözlemevi'ndeki araştırmacıların bulgusu, parçacık fiziği'nin anayasası sayılan ve atomaltı düzeydeki parçacık ve kuvvetlerin etkileşimini açıklayan Standart Model'de bir delik daha açmıştı. Çünkü, kuantum mekaniği kurallarına göre ancak kütlesi olan bir parçacık salınım yapabiliirdi. Oysa nötrinoların külesiz olması gerekiyordu. Yine de, Super-K deneyi, nötrinoların davranışıyla ilgili resmin yalnızca yarısını göstermişti. Çünkü deneyde



bir nötrino çeşnisinin kılık değiştirdiği belirlenmiş, ancak hangi kılığa girdiği ortaya çıkarılamamıştı.

Nötrinolar elektron nötrinosu, müon nötrinosu ve tau nötrinosu olmak üzere üç ayrı "çeşni"ye sahip parçacıklar. Kamiokande gözleminde gözlenenler, kozmik ışınların (uzaydan gelen ışığa yakın hızda proton ve başka bazı parçacıklar) atmosferdeki atomlara çarpması sonucu ortaya çıkan müon nötrinolarının salınımıydı. Fotonlar nasıl bir camdan geçip gidiyorlarsa, elektrik yükü olmayan ve şiddetli çekirdek kuvvetini duymayan, temel doğa kuvvetlerinden yalnızca bozunmadan sorumlu zayıf çekirdek kuvvetini duyan nötrinolar da maddenin içinden rahatlıkla geçip gidiyorlar. Ancak, nötrinolar öylesine çok ki, her saniye dünyanın bir santimetrekarelik yüzeyinden geçip giden 60 milyar nötrinodan bir ikisi bir atomla etkileşiyor. Bu etkileşme, çarpışmanın ortaya çıkardığı bazı elektrik yüklü parçacıklar sayesinde belirlenebiliyor. Eğer elektrik yüklü bir parçacığın su içindeki

hızı, ışığın su içindeki hızını geçerse, ortaya "çerenkov ışıması" denen ve içi saf su dolu dedektörün çeperlerine yerleştirilmiş duyarlı ışık algılayıcılarınca belirlenip bilgisayara iletilen bir ışık çıkıyor. Bu ışığın izlediği yol da, sudaki parçacıkla etkileşen nötrinin geldiği yönü ortaya koyuyor. Süper-K'daki araştırmacılar, madenin üst yanından daha çok müon nötrinosu gelmesine karşın, madenin altından gelen, yani Dünya'nın öteki ucundan girip de madene ulaşan müon nötrinolarının sayısında dikkat çekici bir eksiklik belirlemişler. Bu da müon nötrinolarının, detektörün belirleme aralığının dışında kalan tau nötrinolarına dönüştüğünün kanıtı.

O tarihten bu yana geçen altı yıllık süre içinde deneyi sürdüren araştırmacılar, artık resmin eksik yüzünü de gördüklerini bildiriyorlar. Bunun anlamı, Süper-Kamiokande detektörlerinin tau nötrinolarını da görmeye başladığı değil. Araştırmacılar, yolculuklarındaki salınma süreci içinde yeniden eski kılıklarına dönen müon nötrinolarını belirlemişler.

Bir nötrininonun çeşni değiştirme olasılığı, nötrininonun katettiği mesafenin (L), enerjisine olan oranının fonksiyonu. Bir nötrino ne kadar uzun yol alırsa, salınma uğrama olasılığı da o ölçüde artıyor. Kurama göre parçacıklar, katettikleri mesafeye bağlı olarak çeşni değiştirdikçe, bir detektöre ulaşan parçacıkların sayısı da klasik bir sinus eğrisinin tepe ve çukurlarına uyum sağlamalı. 1998'den beri, nötrino etkileşim "olayları"nın sayısındaki birikme, araştırmacılara üzerlerinde en sağlıklı ölçümlerin yapıldığı etkileşimleri seçme olanağı sağlamış. Sobel "Belirlenen 14.000 nötrino etkileşiminden en üstteki (en iyi ölçülmüş) %20'ye baktığımızda önce bir azalma görüyoruz, daha sonra eğri (olması gerektiği gibi) yeniden yukarı tırmanıyor diyor.

İtalya'nın Ulusal Nükleer Fizik Enstitüsü'nden fizikçi Eligio Lisi, sonuçların daha kesin istatistiklerle desteklenmesi gerektiği uyarısında bulunmakla birlikte, önemli olduğunu teslim ediyor. Lisi'ye göre müon nötrinolarının yeniden ortaya çıkışı, sayılarındaki önceki eksiklik için getirilmiş, örneğin nötrinoların kendi ailelerini terk edip daha başka parçacıklara dönüştükleri gibisinden rakip açıklamalara da darbe indiriyor. İtalyan araştırmacı ayrıca, sonuçların fizikçilere iki nötrino çeşnisinin kütlelerinin karelerini karşılaştırabilecekleri daha kesin bir değer sunuyor. Yine de öyle görünüyor ki, sağlanan başarılarla karşın bu gizemli parçacıklarla ilgili tüm parametreleri kesin olarak belirlemek, Süper-K araştırmacılarını ve öteki deneylere katılan fizikçileri daha yıllar boyu meşgul edecek.

Science, 16 Temmuz 2004