

Birmingham, York ve Oxford üniversitelerinden bir fizikçi grubu, çekirdek içindeki bu gruplaşma (demetleşme ve salkımlaşma) üzerinde çalışıyor. Bu çalışma için Daresbury'deki Nükleer Yapı Tesisleri'ni (NSF-Nuclear Structure Facility) kullanıyorlar. İngiltere'deki nükleer yapı çalışmaları ve bu makinenin geleceği, Bilim ve Mühendislik Araştırma Kurulu'nun, NSF'nin çalışmalarının devamı için para bulmada başarısızlığa düşmesiyle tehlikeye düştü.

Parçacık fizikçileri, çarpışmaları atomların yapı bloklarını oluşturan egzotik parçacıkların varlığını ortaya çıkaran bir araç olarak kullanırlar. Nükleer fizikçilerse bu parçacıkların, görülebilen maddeyi oluşturmak için birbiriyle nasıl bağlandıklarını inceleyer ve araştırmalarında parçacık fizikçileri gibi hızlandırıcılar (accelerators) kullanırlar.

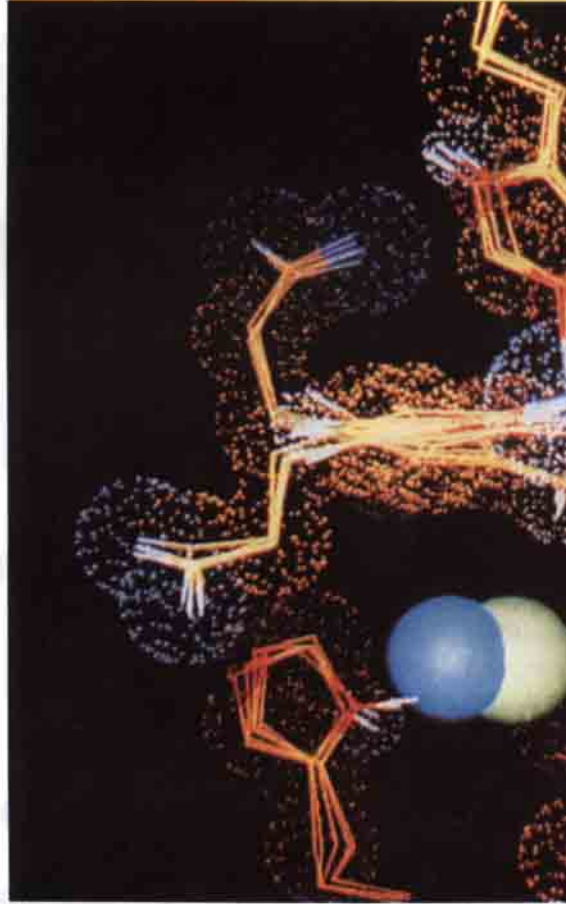
NSF'nin jeneratörü, iyon huzmesi üretip hedefe doğru hızlandırır. Bunu izleyen çarpışmalarda, uyarılmış çekirdekler oluşur. Artık (excess) enerji, uyarılmış çekirdeklerin parçalanmasına yol açar. Nükleer fizikçiler, bu tür çarpışmaların neden olduğu parçalanma ürünleri üzerinde çalışarak, uyarılmış çekirdeklerin titreşim ve dönme enerji düzeylerini hesaplayabilirler.

Nükleer bilimciler, çekirdeğin parçalanması üzerinde radyoaktivitenin 19. yüzyıl sonlarında keşfedilmesinden beri çalışmaktadırlar. Radyoaktif bozunumun bir çeşidinde, çekirdek alfa parçacığı (^4He çekirdeği) atmaktadır. İki proton ve iki nötronun gruplaşmasıyla oluşan bu parçacığın varlığı, çekirdeğin bir iç yapıya sahip olduğu fikrini ortaya çıkarmıştır. Teorisyenler, bir süre alfa parçacığı kümeleri üzerine kurulu bir çekirdek modelinin geliştirilmesi üzerine çalıştılar. Şimdi görünen odur ki, bu sadece çekirdek içindeki gruplaşmanın (clustering) keşfedilen ilk aşamasıydı.

Birmingham, York ve Oxford'dan araştırmacılar, çekirdek yapısının bu yönü üzerindeki çalışmalarına "alfa gruplaşması"nı araştırarak başladılar. Alfa parçacığına benzer dörtlü nükleon gruplarına ait işaretler aradılar ve birçok örnek buldular. Örneğin ^{16}O çekirdeği, ^{12}C çekirdeği ile alfa parçacığının birleşmiş hali gibi görünür. ^{18}F çekirdeği ise, alfa parçacığıyla ^{14}N çekirdeğinin birleşmiş hali gibi görünür. Neon çekirdeği de ^{16}O çekirdeği ile etrafında dönen alfa parçacığından oluştuğu izlenimi vermektedir (Element sembollerinin üst solundaki sayılar, çekirdekteki nükleon, yani pro-

ATOMLAR MOLEKÜLLERDEN Mİ OLUŞUYOR?

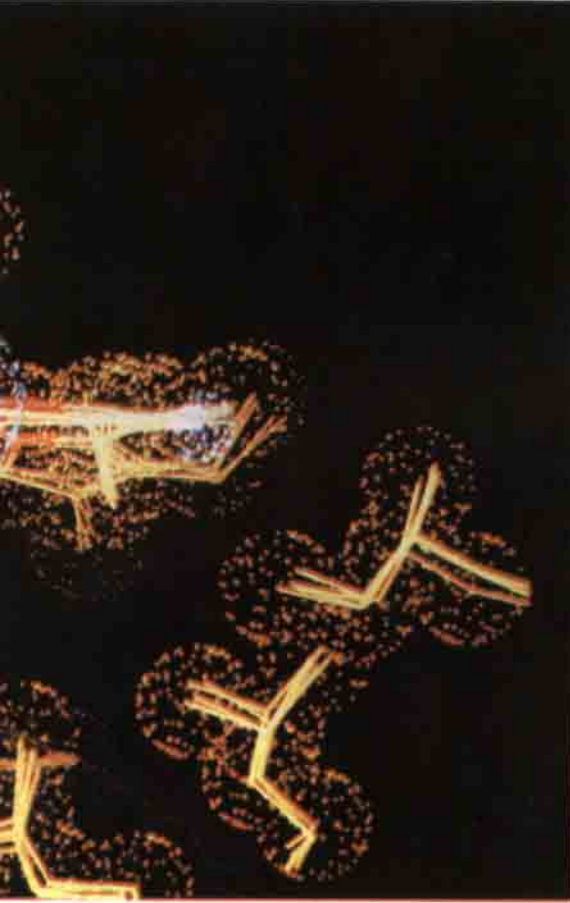
Micheal Kenward



Nükleer bilimciler, çekirdeğin parçalanması üzerinde radyoaktivitenin 19. yüzyıl sonlarında keşfedilmesinden beri çalışmaktadırlar.

Atom çekirdeği için geleneksel modellerden çok farklı olan yeni bir model tartışılıyor.

Bu yeni modele göre, proton ve nötronların kabuk yapısı, atom modelinde öngörüldüğü gibi tek tek değil, çekirdek içinde gruplar halinde olduğu iddia ediliyor.



Deforme edilmiş ve uyarılmış küçük çekirdekler, enerjilerini küçük parçalara bölünerek, daha büyük çekirdeklerse, enerjilerini gama ışınları şeklinde yayıp eski orijinal şekillerine dönerek kaybederler.

ton ile nötron sayısının toplamını gösterir. Alt soluna ise, proton sayısını gösteren atom numarası konur).

Şimdi görünen o ki, gruplaşma olayı ile nükleer fizikte uzun zamandır çözülmemiş bir problem ilişkilendirilebilir. Bu problem iki karbon çekirdeğinin çarpışmasında gözlenen açıklanamayan olaylardır. Uzun zamandır birçok laboratuvarında yapılan bu deneyler, yeni nükleer enerji düzeylerine işaret etmektedir. Bazı çarpışmalarda karbon çekirdek çifti birbiri etrafında dönen kısa süreli bu geçiş safhasında kompleks oluşturmaktadırlar. Bu oluşan kompleks, atomların birleşerek molekül oluşturmaya benzemesinden dolayı nükleer fizikçilerce "nükleer molekül" olarak isimlendirilmiştir.

Nükleer moleküller, yaklaşık olarak 10^{-20} saniye civarında bir ömre sahiptir. Bu çok kısa bir süredir. Fakat bir nükleonun, çekirdeğin bir tarafından öbür tarafına geçmesi için gereken zamanın 10^{-23} saniye olduğu düşünülürse, oldukça uzun (1000 katı) sayılır. Nükleer moleküllerin göreceli olarak uzun ömürlü oluşları, çekirdeğin yapısında bunların temel oluşturduğuna dair modele destek sağlar. İki karbon atomunun birbirinin yanından geçmesi, 10^{-22} saniyeden daha az zaman alır. Bu hızlı geçiş zamanı, deneyde gözlenen parçacıkların enerjisinin ve hareket yönlerinin açıklamasında yetersiz kalmaktadır.

Moleküler çekirdeğin parçalanmasını izleyen ölçümler, ^{12}C çekirdeğindeki 12 nükleonun çekirdek yapısında temel bir birim olabileceğini gösterir. Bunu anlamamanın yolu, daha büyük çekirdekleri hızlandırıp çarpıştırarak bozunma sonucu ne olduğunu görmektir.

Birmingham ve Oxford'dan bir grup, ^{24}Mg çekirdeğinde deney yapmak için harekete geçtiler. Eğer gerçekten 12 nükleon bir temel birimse, magnezyum çekirdeği, iki karbon çekirdeğinin birleşmesi sonucu oluşan bir yapı özelliği göstermesi gerekir. NSF'de yapılan deneyler, bunun gerçek olduğunu gösterdi. Çarpışmada magnezyum çekirdeği simetrik bölünmeye uğrayarak, iki ^{12}C çekirdeği oluşturdu. Bu uyarılma, magnezyum çekirdeğinin iki ^{12}C çekirdeğinin birleşmesi sonucu oluşmuş bir nükleer moleküle benzediğini gösterdi. Çarpışma deneylerinin detaylı bir analizi ^{24}Mg çekirdeğinin uyarılmış halinin değişik enerji düzeylerinde olduğunu ortaya koydu. Bir teoriye göre, uyarılmış halin farklı enerji düzeyleri, değişik dö-



nüş ve titreşim hareketlerinin kombinezonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Grup, moleküler enerji düzeylerini gösterir ilk önemli delili, geçen yıl Mayıs ayında ABD'de uluslararası bir toplantıda rapor etti.

Çekirdeğin yapısıyla ilgili daha birçok delil, değişik deney dizileri boyunca elde edildi. Birmingham Üniversitesi'nden R.B.Fulton'un küçük çekirdekleri hedefe çarpıp, sonuçları katihal dedektörü ile incelemesine karşın, Liverpool Üniversitesi'nden Peter Twin ve grubu, büyük çekirdekleri uyarmıştır.

Deforme edilmiş ve uyarılmış küçük çekirdekler, enerjilerini küçük parçalara bölünerek, daha büyük çekirdeklerse, enerjilerini gama ışınları şeklinde yayıp eski orijinal şekillerine dönerek kaybederler. Bazı kararsız çekirdekler, radyoaktif bozunmalarda alfa parçacığı yaydığı gibi, değişik şekilde bir radyoaktif bozunma gama ışını yayabilir.

150 veya daha fazla nükleona sahip büyük çekirdekler uyarıldığında, uyarılma enerjisinin büyük kısmı dönüş enerjisi olarak depo edilir. Çekirdek çok hızlı bir şekilde döner ve deforme olur. Çekirdek yavaşlayıp enerjisini kaybettikçe uyarılmamış şekline geri döner; enerji kaybetme işini ise, gama ışını yayarak yapar. Gama ışınları bir spektrum oluşturacak şekilde değişik dalga boylarında olur. Çekirdek, uyarılma durumundan normal haline döndükçe 40 çeşit gama fotonu yayabilir. Bu, uyarılmış atomun elektronlarının üst enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine düştükçe görünür ışığa ait

fotonlar yayması gibidir. Gama ışınları, fizikçilere uyarılmış çekirdeklerin spinlerini hesaplama ve çekirdeğin şeklini ortaya çıkarma imkânı verdi. Uyarılmış çekirdek tarafından yayılan gama ışınlarını inceleyerek süper deforme olmuş çekirdeği keşfeden kişi, Twin oldu.

Çekirdeğin kuantum mekaniği, çekirdeğin özel şekillerini öğrenmemiz için bize ip uçları vermektedir. Buna göre, çekirdek uyarıldıkça şekli "rugby" topuna dönmektedir ("rugby" topunun boyu genişliğinin iki katıdır). Bu, Twin ve grubunun gözlemlediği süper deforme olmuş çekirdek yapısının aynısıdır.

Fulton ve grubu, çekirdeğin şeklini araştırmak için NSF'i kullanmaktadır. Onlar özel olarak, ^{24}Mg 'un döndüğü şekli araştırmaktadırlar. Bu araştırmalarda, süper deforme olmuş çekirdeğin boyunun enine oranının iki katı olduğunu buldular.



Fulton, çekirdeğin gama bozunumu üzerinde çalışan araştırmacılar gibi ^{24}Mg 'un boyuna hiper deforme (aşırı deforme) yapısı üzerinde çalışmaktadır. Bu yapıda 6 alfa parçacığının yan yana sıra halinde dizili olduğu düşünülüyor. Bu çekirdek, yüksek derecede kararsız olur ve çok ufak bir spin (dönüş) yapıyı parçalar. Hiper deforme çekirdek, ölümü anında yanılıya düşülemeyecek işaretler verecektir. Bu durumda NSF gibi bir kuruluş, nükleonların toplu tavrı üzerine daha kesin deliller üreterek en büyük ikramiye kazanabilir.

New Scientist, 6 Aralık 1991'den
çev.: Zeki Büyükmumcu