

MR. TOMPKINS'İN SERÜVENLERİ

George GAMOV

Bay Tompkins'in izlediği diğer konferans, atomun elektronlarının dönüşlerinin merkezi olan çekirdeğin içini konu alıyordu.

Profesör, Bayanlar, Baylar diye söze başladı.

Şimdi maddenin yapısı konusunda iyice derine inerek, atomun çekirdeğinin içine girmek istiyoruz. Bu bölge, atomun toplam hacminin sadece milyarda birini işgal eder. Yeni çalışma alanımızın inanılmaz küçüklüğüne rağmen, içinin civil civil kaynaştığını görüyoruz. Gerçekten, çekirdek her şeyden önce atomun kalbidir ve hacmi her ne kadar küçükse de toplam atom kütlelerinin % 99.97'sini kapsar.

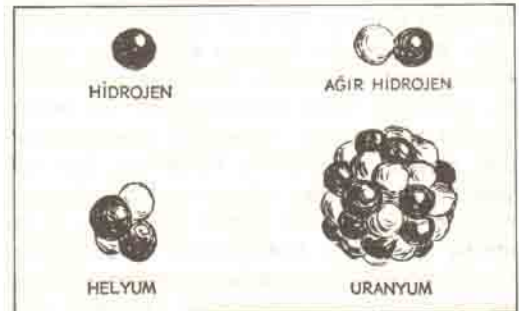
Atomun çok ince bir kısmını işgal eden elektronik atmosferinden çekirdek bölgesine girerken, bu bölgenin çok fazla kalabalık olması bizi şaşırtacaktır. Atomun atmosferindeki elektronlar, ortalama olarak kendi çaplarının yüzbinlerce misli uzaklıklara hareket ettikleri halde, çekirdeğin içinde bulunan parçacıkların, kolları olsa idi dirsek dirseğe sürünerek hareket ederlerdi. Bu yüzden çekirdeğin iç kısmının temsil ettiği durum, sıvılardaki bildiğimiz durumun benzeridir. Moleküller yerine, burada sadece, **protonlar** ve **nötronlar** olarak bilinen, çok daha küçük ve çok daha temel parçacıklarla karşılaşırız. Burada farklı isimlerle anıldıkları halde proton ve nötronların, şimdi "nükleon" olarak bilinen ağır temel parçacığın iki farklı elektriksel durumu olarak düşünüldüğüne işaret etmek isterim. Proton, pozitif yüklü nükleondur, nötron ise elektriksel olarak nötral; yani yüksüz nükleondur.

Geometrik boyutları yönünden ise nükleonlar, elektronlardan pek farklı değildir. Çapları 0.000.000.000.000 1 cm. kadardır; fakat çok daha ağırdırlar. Bir proton ya da nötron teraziyi, 1840 elektrona karşı dengeleyebilirler. Söylediğim gibi, atomun çekirdeğini şekillendiren parçacıklar birbirleri ile çok sıkışık durumda bulurlar. Bu, sıvı moleküllerinin arasındaki kuvvetlere benzeyen, belli ve özel **nükleer yapışma kuv-**

ÇEKİRDEĞİN İÇİ, I

yetleri sayesinde olmaktadır. Aynen sıvılarda olduğu gibi, bu kuvvetler parçacıkların birbirinden tamamen ayrılmasını önlerken, birbirlerine göre yer değiştirmelerine engel olmazlar. Böylece, çekirdek maddesi belli bir derece akışkanlığa sahip olur ve dış kuvvetlerden de rahatsız olmadığı için, aynen bir su damlası gibi küresel bir damla şeklini alır. Şimdi çizeceğim şematik çekirdekler göreceksiniz. Bunların en basiti sadece bir protondan oluşan hidrojen çekirdeğidir. Oysa en karmaşık uranyum çekirdeği 92 proton ve 142 nötron içerir. Kuşkusuz bu resimleri, gerçek durumun son derece şematik temsilleri olarak düşünmeniz gerekir. Çünkü kuantum teorisindeki temel belirsizlik prensibine göre, her bir nükleonun yeriy tüm çekirdek bölgesine yayılmış olmalıdır.

Daha önce söylediğim gibi, atomun çekirdeğini meydana getiren parçacıklar kuvvetli yapıştırma kuvvetleri ile bir arada tutulurlar. Fakat bu çekici kuvvetlerden başka, zıt yönde etki eden bir kuvvet vardır. Gerçekten, toplam çekirdek nüfusu içinde önemli sayıda yer alan protonlar pozitif elektrik yükü taşırlar ve bunun sonucu olarak da birbirlerini Coulomb (elektrostatik kuvvet) kuvveti ile iterler. Elektrik yükünün nisbeten az olduğu hafif çekirdeklere bu Coulomb itmesinin etkisi önemli olmaz. Fakat daha ağır ve çok yük taşıyan çekirdeklere Coulomb kuvvetleri, çekici yapışma kuvvetleri ile ciddi bir rekabete girerler. Durum böyle olunca, çekirdek artık kararlı kalamaz ve kendisini meydana getiren parçalardan bazılarını dışarı çıkarmaya zorlanır. İşte periyodik sistemin en sonunda yer alan ve "radyoaktif elementler" olarak bilinen bazı elementlerin başına gelen olay budur.



Bu ağır kararsız çekirdeklerin, nötronlarının elektrik yüküne sahip olmamaları sebebi ile Coulomb itici kuvveti etkisinde kalmadıklarını düşünerek, sadece protonlar çıkardıkları sonucuna varabilirsiniz. Ancak deneyler bize göstermektedir ki, çıkan parçacıklar **alfa parçacıkları** (helyum çekirdeği) diye isimlendirilen, her biri iki proton ve iki nötrondan oluşan karmaşık parçacıklardır. Bu olayın açıklanması, çekirdeği meydana getiren parçacıkların özel bir şekilde gruplanması ile ilgilidir. Öyle görünüyordu ki, iki proton ve iki nötronun bir araya gelerek bir alfa parçacığı oluşturması çok kararlı bir yapı meydana getirmektedir. Bu yüzden ayrı ayrı proton ve nötronlara bölmektense, tüm grubu olduğu gibi dışarı atmak daha kolaydır.

Belki daha önceden bildiğiniz gibi, radyoaktif bölünme olayı ilk kez Fransız fizikçi HENRİ BECQUEREL tarafından bulunmuştur. Radyoaktivitenin, çekirdeğin kendiliğinden bölünmesi sonucu olarak yorumlanması, ilk defa İngiliz fizikçi Lord Rutherford tarafından yapılmıştır. Lord Rutherford'un adından, başka vesilelerle daha önce bahsetmiştim. Atom çekirdeğinin fiziği konusundaki önemli keşiflerinden dolayı, bilim O'na çok say borçludur.

Alfa çözünmesinin en ilgi çekici özelliklerinden birisi, alfa parçacıklarının bir yol bulup çekirdekten kaçabilmeleri için çok uzun zaman sürelerine ihtiyaçları olmasıdır. **Uranium ve torium** için bu süre milyonlarca sene ile ölçülür; **redyum** için on altı asır kadardır. Her ne kadar, çözünme işlemi saniyenin kesri kadar olan bazı elementler varsa da, bunların ömürlerinin, çekirdek içindeki hareketle karşılaştırıldığında çok uzun olduğu düşünülebilir.

Bazen alfa parçacığını milyonlarca sene çekirdek içinde kalmaya zorlayan nedir? Eğer bu kadar uzun süre içeride kalmışsa, neden sonunda dışarı çıkmaktadır?

Bu soruya cevap verebilmek için önce, parçacık çekirdekten çıkış yolunda iken ona etki eden çekici yapıma kuvvetleri ile elektrostatik itme kuvvetlerinin büyüklüklerinin birbirlerine göre değeri hakkında daha çok bilgi edinmeniz gerekir. Bu kuvvetler üzerinde dikkatli bir deneysel çalışma, Rutherford tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada "atom bombardmanı" adı verilen yöntem kullanılmıştı. Cavendish Laboratuvarı'ndaki meşhur deneylerinde Rutherford, bazı radyoaktif maddelerden salınan ve hızla hareket eden alfa parçacıkları demeti yönlendiriyor ve bu atomik mermilerin, bombardıman edilen maddenin çekirdekleri ile yaptıkları çarpışma sonucunda uğradıkları yön değiştirmeyi (saçılma) göz-

lüyordu. Bu deneyler, mermiler çekirdekten çok uzakta olduklarında, çekirdeğin yükünün elektrik kuvveti tarafından büyük bir güçle itildikleri gerçeğini onayladı. Ama mermi çekirdek bölgesinin dış sınırlarına çok yaklaşabildiği zamanlar bu itme kuvveti, kuvvetli bir çekme haline dönüşüyordu. Çekirdeği her tarafı yüksek, dik ve kalın duvarlarla çevrili, parçacıkları dışarı bırakmadığı gibi içeriye de almayan bir kaleye benzetebiliriz. Bununla beraber Rutherford'un deneylerinin en çarpıcı sonucu **dışarıdan gelerek çekirdeğe giren atomik mermiler gibi, radyoaktif çözünmede çekirdekten çıkan alfa parçacıklarının da, aslında kalın duvarın ya da çoğu zaman söylediğimiz terimle "potansiyel engeli" nin en üstüne karşı gelen enerjiden daha az enerjiye sahip olduklarının** belirlenmesidir. Bu olay, klasik mekaniğin bütün temel fikirleri ile tam bir uyumsuzluk halindedir. Gerçekten, eğer bir topu tepeye ulaşması için gereken enerjiden çok az bir enerji ile fırlatmışsanız, zirveye çıkmasını nasıl beklersiniz? Klasik fizik sadece, gözlerinizi hayretle açıp, Rutherford'un deneylerinde bir yanlışlık olduğunu ileri sürebiliyordu.

Ama gerçekte hiçbir hata yoktu. Eğer hatalı biriyse, o da Lord Rutherford değil, klasik mekanikti. Bu durum, yakın arkadaşım DR. GEORGE GAMOV ve DR. RONALD GURNEY'le DR. E. U. CONDON tarafından açıklığa kavuşturuldu. Onlar, probleme modern kuantum teorisi görüşü ile baktığı zaman hiçbir güçlük çıkmadığını işaret ettiler. Gerçekten bugün kuantum fiziğinin, klasik teoride belirgin bir şekilde tanımlanan çizgisel yönümleri reddedip, onları dağınık, hayalet gibi yollarla değiştirdiğini biliyoruz. Ve zeynen eski moda hayaletlerin eski bir şatonun kalın taş duvarlarını hiçbir güçlük çekmeden geçebildiği gibi, bu hayaletimsi yörüngeler de, klasik görüşe göre geçilemez sanılan potansiyel engellerini geçebilirler.

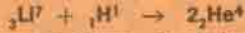
Lütfen şaka yaptığımı sanmayın; Yetersiz enerjili parçacıkların potansiyel engellerini geçebilirliği, yeni kuantum mekaniğinin temel denklemlerinin doğrudan doğruya matematiksel sonucu olarak ortaya çıkar ve hareket hakkındaki yeni ve eski fikirler arasında en önemli farklardan birisini temsil eder. Ama, her ne kadar yeni mekanik böyle olağanüstü etkilere izin veriyorsa da, bunu ancak kuvvetli kısıtlamalarla yapmaktadır. Çoğu durumlarda engeli geçme şansı çok çok küçüktür ve hapsolmüş parçacık, teebbüsleri en sonunda başarılı olana kadar, kendini inanılmıyacak kadar çok defa duvara çarpmak zorunda kalır. Kuantum teorisi bize, böyle bir kaçış ihtimalini hesaplamak için kesin ku-



A) Helyumun çarptığı azot, ağır oksijen ve hidrojene dönüşüyor.



B) Hidrojenin çarptığı lityum, iki helyuma dönüşüyor.



C) Hidrojenin çarptığı boron, üç helyuma dönüşüyor.



ralları vermektedir. Alfa çözünmesinin gözlenen sürelerinin, teoriden beklenen ile tam bir uyuma halinde olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda çekirdeğe dışarıdan atılan mermiler durumunda, kuantum mekaniksel hesaplar, deneyle çok yakın bir uyum içindedir.

Daha fazla ilerlemeden, yüksek enerjili atomik mermilerle vurulan çeşitli çekirdeklerin çözünmelerini temsil eden bazı fotoğraflar göstermek istiyorum. (Fotoğraf lütfen)

Bu resimde, daha önceki konferansımızda size anlattığım sis odasında çekilmiş iki ayrı çözünme işlemini görüyorsunuz. Üstteki resimde, hızlı bir alfa parçacığının çarptığı azot atomu görülüyor. Bu, elementlerin suni baskalasımının çekilen ilk resimdir. Lord Rutherford'un öğrencisi PATRICK BLACKETT tarafından gerçekleştirilmiştir. Resimde, görülemeyen güçlü bir kaynaktan çıkan çok sayıda alfa ışını izlerini görüyorsunuz. Bu parçacıkların çoğu, görüş alanını tek bir önemli çarpışma yapmaksızın geçmişlerdir. Ama içlerinden birisi, bir azot çekirdeğine çarpmayı başarmıştır. Alfa parçacığının izi tam orada sona ermekte ve çarpışma noktasından diğer iki izin çıktığını görmekteyiz. Uzun, ince iz, azot çekirdeğinden dışarı tekmelenen bir protona aittir. Kısa kalın olanı ise geri tepen çekirdeğin

kendisini temsil etmektedir. Ama, o artık bir azot çekirdeği değildir. Çünkü bir proton kaydedip gelen alfa parçacığını içine aldığından, oksijen çekirdeği haline dönüşmüştür. Böylece, eski kimyacıların düşündüğü gibi, burada azotun, yan ürün olarak hidrojen vererek, oksijene dönüşümüne şahit oluyoruz.

İkinci fotoğraf, suni olarak hızlandırılmıştır. bir protonun çarpması ile meydana gelmiş, bir çekirdek çözünmesini gösteriyor. Özel bir yüksek gerilim makinasında (halk bunlara "atom parçalayıcı" adını takmıştır) hızlı bir protonlar demeti meydana getirilmekte ve bu demet, ucu fotoğrafta görülen uzun bir borudan odaya girmektedir. Burada hedef, ince bir boron tabakası olup, borunun alt ucuna yerleştirilmiştir. Öyle ki, çarpışmada meydana gelecek çekirdek parçaları odanın içindeki havadan geçerek, sisteki izler gibi izler meydana getirsinler. Resimde gördüğümüz gibi, protonun çarptığı boron çekirdeği üç parçaya bölünmüştür. Elektrik yükü dengesine bakarak, bu parçaların her birinin alfa parçacıkları; yani helyum çekirdekleri oldukları sonucuna varıyoruz. Fotoğrafta gösterilen dönüşümler, bugün deneysel fizikte gerçekleştirilmiş yüzlerce çekirdek dönüşümünün sadece iki tipik örneğidir. Yer değiştirmeli çekirdek reaksiyonlar

Balinaların avlanmaları gerekir gerekmediği sorusuna, Portekiz sularında, denizin 10 metre derinliğinde çekilen bu resimden daha iyi cevap mı olur?



DOST BALINA

Sualtı fotoğrafçısı Paolo Curto, dalışta kendisine eşlik eden arkadaşının koscoca bir dişli balinanın açık ağzına doğru sürüklendiğini görünce, kamerasının deklansörüne bastı. İki dalgıç, bu 15 metre uzunluğunda ve 35 ton ağırlığındaki canavarı Portekiz kıyısı açıklarında görmüşlerdi.

Balina üzerlerine gelir ve gücü dişlerle donatılmış altçenesini açıp kaparken, dalgıçlar korkulu saniyeler geçirdiler. Ancak, hiçbir şey olmadı. Denizlerin devi, dalgıçların yanından geçerek Atlantik'e açıldı.

Karşılaşma olaysız geçmişti; ama Paolo Curto ve arkadaşı, bu kocaman yaratığın her zaman böyle barışsever olmadığını, pekala biliyorlardı. Bir dişli balina, köpekbalığına ya

da ahtapota rastlarsa, karşılaşma çok kere bunların ölümüyle sonuçlanırdı. Bir dişli balinanın midesinde 3 metre uzunluğunda bir köpekbalığı bulunmuştur.

Dişli balinaların, dev ahtapotları avlamak için denizin 1.000 metre derinliğine kadar daldıkları anlaşılmıştır. Çok kere bu balinaların kafasında büyük mürekkepbelıklarının açtığı iri ve yuvarlak yara izlerine rastlanır. Dişli balinaların mide ve bağırsaklarında bulunmuş ahtapot gaga ağzları ve kolları, bunların 50 kiloluk dev ahtapotların bile hakkından geldiğini göstermektedir.

Bu dev canavarın neden hiçbir zaman dalgıçlara saldırmadığı, bugüne kadar deniz araştırmacıları için sır olarak kalmıştır. Balina belki de insanı kendi cinsinden saymakta ya da bu kadar küçük ve garip bir yaratığı yakalayıp yenmeye değer bulmamaktadır. P.M.'den Cev: Dr. Ergin KORUR

olarak bilinen bu tür dönüşümlerin hepsinde, gelen parçacık (proton, nötron ya da alfa parçacığı) çekirdeğin içine giderek, bazı diğer parçacıkları dışarı atar ve kendisi orada kalır. Proton alfa parçacığı ile alfa parçacığı proton-

la; proton, nötronla vb yer değiştirmiştir. Bütün bu dönüşümlerde, reaksiyonda meydana gelen yeni element, bombardıman edilen elementin periyodik sistemde yakın bir komşusudur.

Çev: Doç. Dr. Tuncay İNCESU