

Sonun Başlangıcı :

PROTON BOZUNUMU

Dr. Güneş TANIR*

Radyoaktivitenin keşfi ile bazı atomların kararsız olduklarının anlaşılması, bilim adamlarının zihinlerinde şu sorunun şekillenmesine neden olmuştur: Uranyum ve radyum gibi ağır elementlerin bir özelliği olan nükleer kararsızlık tüm atomik çekirdekler için de geçerli midir? Son yıllardaki teorik ve deneysel araştırmalar bu şüphelerinde bilim adamlarına hak tanımaktadırlar.

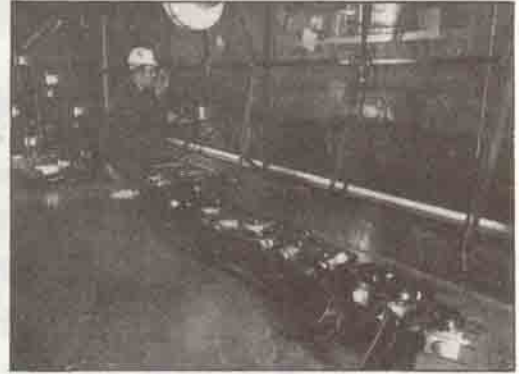
Dünyada hiçbir şeyin sonsuza kadar sürmediği düşüncesinden hareketle, hidrojen gibi tek proton içeren en hafif çekirdekler bile bozunmaya uğramalıdır denilebilir. Protonun evren yaşının 10^{20} kat bir ömre sahip olduğu bilinir, ancak sonsuza kadar yaşayamayacağı konusunda da teori ısrarlıdır. Tabii, bu kadar uzun ömre sahip sıradan maddelerin bozunmaları çok yavaş olmalıdır ve bu çok zayıf radyoaktiviteyi gözlemek için belki binlerce tonluk maddeye gereksinim duyulacaktır.

Fiziğin korunum kanunlarından biri tarafından yasaklanıncaya kadar bozunma işleminin mümkünlüğü bilindiğine göre hâlâ dengeli olduğu düşünülen elektronun bozunmasını önleyen hangi korunum kanunudur? Elektrondan daha küçük kütleli parçacıkların varlığı bilinmektedir. Örneğin nötrino. Genelde sıfır kütleyle sahip oldukları düşünülen bu parçacıkların kütlelerinin hesabı yoğun teorik ve deneysel çabalar gerektirmekteyse de nötrino türlerinden en az birinin, elektron kütesinden çok daha küçük kütleyle sahip olduğundan da şüphe yoktur. Buna göre elektron nötrinoları veya fotonlara bozunabilir. Elektronlar belli negatif elektrik yükü taşırlar; fakat elektron bozunumu ile ortaya çıkacak tüm hafif parçacıklar (foton, graviton, nötrino gibi) sıfır elektrik yükü taşırlar. Böylece elektron bozunumu belli negatif yükün yıkımını

Günümüzde, temel parçacık olup olmadıkları tartışmalarının süregeldiği parçacıkların, aslında az sayıda gerçekten temel parçacıkların uyarılmış durumları olduğu genellemesi mümkün müdür? Bu konuda son araştırmalardan elde edilen bilgiler nelerdir?

gerektirdiğinden yasaklanmıştır.

Proton elektronla zıt işaretli eşit büyüklükte elektrik yükü taşır, yani, nötrino, foton ve gravitonlara bozunamayacaktır. Ancak, elektrondan 1.820 kat ağırdır ve pozitif yüke sahip daha

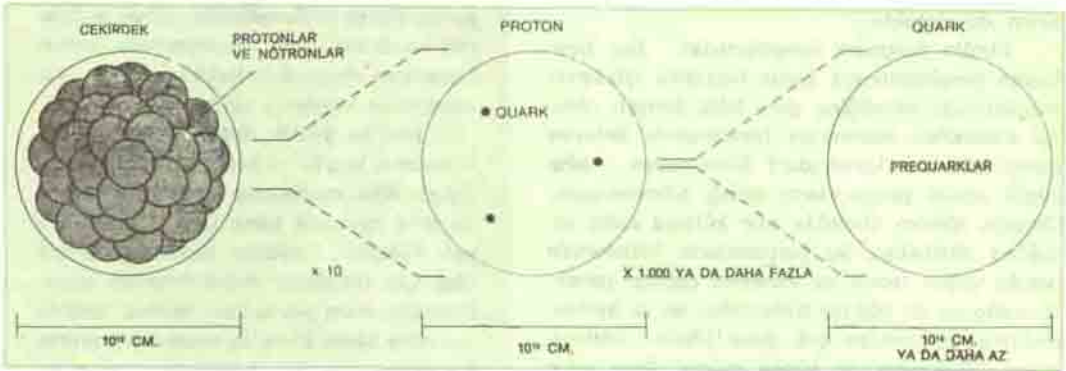
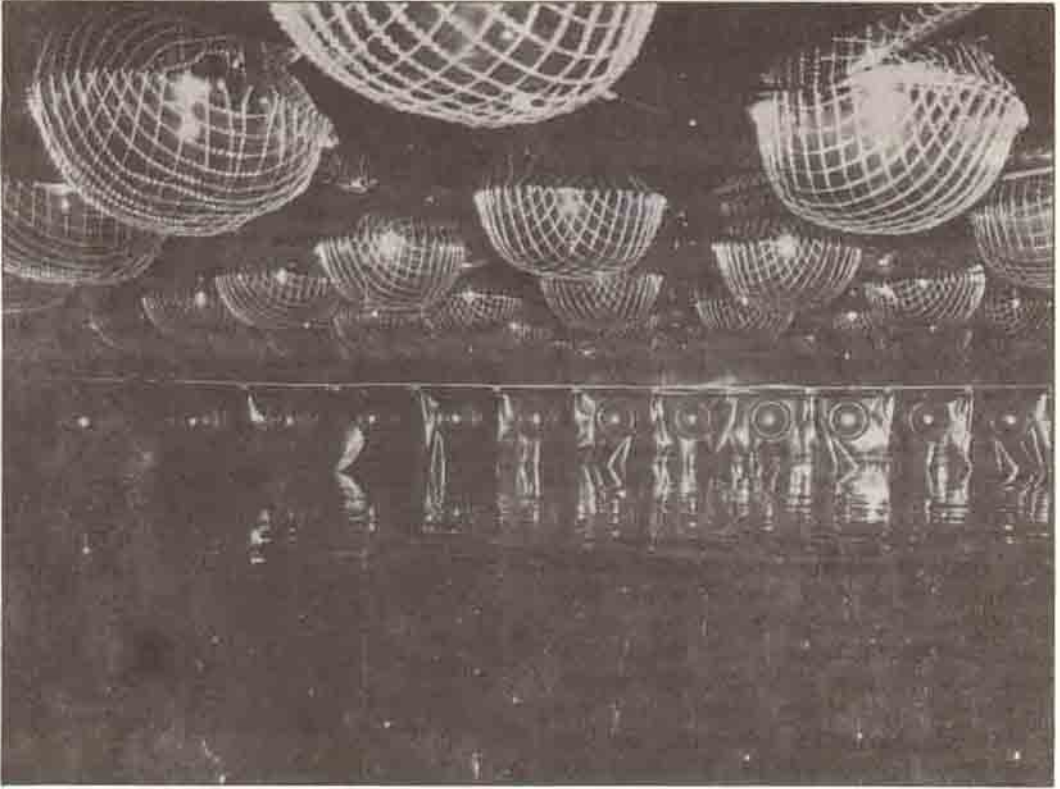


Yeryüzeyinin derinliklerinde atomaltı parçacıkların patlamalarının titreşimlerini kaydetmek için teknisyenlerin proton bozunumu dedektörlerindeki hassas ışık sayacılarını ayarlama çalışmaları.

1980'de yeraltı dedektörleri, proton bozunumu için bir iz buldular. Hindistan'da Kolgar altın madeninde yapılan ilk deneyde dört mümkün kanıt ileri sürüldü; ancak fizikçiler, nötrino derdinden kurtulmak için Hindistan dedektörlerinin yeterliliğinden emin olamadılar. Haziran 1982'de deneyler Mont Blanc'da başladı ve proton bozunumu için tüm kriterlere uygun bir ışılı tespit edildi. 1983'lerde bu konuda en hassas ölçümleri yapan IMB (University of California at Irvine, University of Michigan ve Brookhave National Laboratory) deneyleri sonunda, proton ömrünün 10^{31} yıl olması gerektiği savunuldu.

* G.Ü. Fen ve Ed. Fak.

Protonun ölümünü belirtebilecek küçük bir patlamayı gözlemek üzere yapılmış, duyarlı ışık sayacı ile donatılmış 3.000 tonluk bir su tankı. Bu tank, Tokyo yakınlarında bir madende bulunmaktadır.



MADDENİN YAPISINDAKİ parçacıkların aşama sırası dört seviyeye sahiptir. Tüm maddeler, etrafı elektronlarla çevrili bir çekirdekten oluşan atomlardan yapılmıştır. Çekirdek, proton ve nötronları içerir. Her bir proton ve nötronun üç quarkdan oluştuğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Son görüşler, beşinci seviyenin eklenmesi gerektiğini savunurlar; Quarkların da prequarklardan oluştuğunu...

Proton bozunumu evrenin geleceği için önemli sonuçlar doğurabilecek, mümkün bir olaydır. Fransa ile İtalya arasındaki Mont Blanc tüneline, CERN (European Organization for Nuclear

Research) tarafından gerçekleştirilmeye çalışılan bir seri deney, şematik olarak gösterilmiştir. Paralel düzlemler bozunmayı izleyen demir plakalardır ve siyah noktalar bozunma ürünlerini göstermektedir. Eğer bozunma doğrulanırsa, evrimsel dönüm noktası, yaklaşık 10^{30} yılda sabitleşebilir.



küçük parçacıklar da mevcuttur. Proton, enerji ve elektrik yükü korunum kanunlarını bozmadan böyle parçacıklara bozunabilmelidir. Örneğin elektronla aynı kütleli; fakat protonun yüküne eşit pozitron denen antiparçacık mevcuttur. Bir başkası antimuondur. Antimuon protonla aynı yüklüdür; fakat yaklaşık $1/90$ 'i kütleyle sahiptir. Böylece proton, bir nötrino ve fotonla beraber antimuona bozunabilir. Ayrıca kütlesi protonla elektron arasında görülebilir. Kısaca, enerji ve yük korunum kanunları protonun pozitif yüklü bir meson ve bir nötrino veya nötral bir meson ve bir pozitrona bozunmasına izin verirler. Böyle bozunma işlemlerinin herhangi biri hidrojen atomunun toplam dağılımını başlatırlar, daha ağır atomlarda elementin kimyasal yapısını değiştirirler ve herhangi bir radyoaktivitede salınandan daha fazla miktarda enerji salırlar.

1935'lerde elektron, proton, nötron ve nötrininun elementer parçacık oldukları kabul edilmişti. 1950-60'larda, bu görüş, başka parçacıklar kümelerinden oluşturulmuş modellerle yıkılmış görünmektedir. 1960'ların ortalarında, maddenin yapısındaki proton ve nötronların Hadron denen geniş bir parçacıklar ailesinden yapılmış olduğu ileri sürülmüştür. Tüm hadronların üç çeşit quarkın kombinasyonu olarak açıklanabildiği ilk model olan quark modeline göre iki kombinasyon vardır: Baryonlar denen üç quark grubu, mesonlar denen quark-antiquark grubu. Çoğu parçacık hızlandırıcıları ile üretilen yüksek enerji çarpışmalarında gözlenen 100 'den fazla farklı hadron bilinmektedir.

1949'larda baryonların, proton ve protondan daha ağır parçacıklardan oluştuğu ileri sürülmüştür. Elektron, muon ve nötrinoların quarklardan yapılmayan lepton denen parçacıklar aile-

sine ait oldukları da yaygın şekilde kabul edilmektedir. Net quark sayısının korunumu baryon sayılarının korunumuna eşdeğerdir. Baryon sayıları, dinamik öneme sahip olan elektrik yükden çok farklıdır. Bir elektrik yük elektrik ve magnetik alan yaratır. Bunun gibi baryotropik alan denen bir çeşit alanın mevcudiyetine dair ampirik deliller mevcuttur. Bir baryotropik kuvvet gravitasyonel kuvvetten ayırt edilebilir, çünkü gravitasyonel kuvvet cismin kütlesi ile orantılıdır. Baryotropik kuvvet ise baryon sayıları ile orantılı olmalıdır. 1955'de T.D. Lee ve C.N. Yang'ın çalışmaları, iki nükleer parçacık arasındaki baryotropik kuvvetin gravitasyonel kuvvetten çok daha zayıf olduğunu göstermektedir.

Elementer parçacıklar arasındaki etkileşimleri açıklayan modern teorilerin gelişmesi korunum kanunlarına bakış açısını da değiştirmektedir. Şimdilerde, kuantum elektrodinamiğinin elektromagnetik alanına. benzer 12 alanın ve karşılık gelen 12 korunum kanununun olduğu yaygın olarak düşünülmektedir.

1964'den 1971'e kadar, Case Western Reserve University ve The University of the Witwatersrand, The University of California at Irvine'den bir grup araştırmacının yaptığı deneyler sonucu, protonun ortalama ömrünün 10^{30} yıldan daha uzun olduğu açıklanmıştır. Gerçekten çok uzun olan bir ömür baryon sayısı korunumu fikrini ortaya atmıştır. Eğer bazı korunum kanunları yoksa proton bu kadar uzun nasıl yaşayabilir? Bilinen parçacıklardan başka, şimdilerde yabancı sayılan bazı parçacıkların özellikleri proton bozunumunu mümkün kılabilir. Örneğin, bir quark antiquarka dönüşürken böyle bir parçacık yayınlanıyorsa, protonları oluşturan üç quark bir antileptona bozunabilir. Böyle bir egzotik parçacık çok ağır olmalıdır veya

YENİ MİKROSKOPLA ATOMLAR GÖRÜLEBİLECEK

Atomlar akla hayale gelemeyecek denli küçüktürler. Bir kum tanesinde bile milyarlarca bulunan atomlar, en güçlü elektron mikroskopuyla dahi net olarak görülemezler. Zaten atomlar pek çok maddelerde, tek tek ayırt edilemeyecek kadar birbirlerine yapışık durumda bulunurlar.

Şikago Üniversitesi fizikçilerinden Albert Crewe tarafından geliştirilmekte olan STEM (Scanning Transmission Electron Microscope) adlı yeni bir mikroskop, bu konuda yeni bir umut ışığı olmuştur. En güçlü mikroskoplardan bile dört kez daha güçlü olan bu yeni aracın benzerlerinden farkı, görüntüyü düzlemlenmiş bir elektromanyetik gözlük takımına sahip olmasıdır.

Crewe, mikroskopu için, "Eğer sonuç başarılı olursa, hemen her katı maddedeki atomları görmek mümkün olacak" demektedir. Şimdiye dek, yalnızca, uranyumdioksit gibi, birbirinden aşırı derecede ayrı atom yapısına sahip bazı bileşikler incelenebilmişti. Ancak, yeni STEM mikroskopuyla, yine de atomun yapısı incelenemeyecek. Çekirdeğin kendisinin atomdan 100.000 kez daha küçük olduğu göz önünde tutulursa, bunun nedeni anlaşılabilir. Ama, atomların moleküller içindeki düzenini görmek de, bilim adamlarına, şimdiye değin dolaylı olarak aldıkları bilgileri gözleriyle görmek olanağını doğurarak,

günümüz bilimi için önemli bir aşama olacaktır.

İlk elektron mikroskopu, normal ışık mikroskopunun yetersizliklerinin iyice açığa çıkmasıyla, 1930'lu yıllarda kullanılmaya başlanmıştı.

Işık mikroskopuyla, küçük cisimlerin göze görünmesi, ışığın en kısa dalga boyuyla, yani bir santimetrenin yedi milyonda biriyle; diğer bir deyişle, bir bakterinin boyuyla sınırlanmıştır. Işık mikroskopuyla çok küçük cisimleri görmeye çalışmak, bir plağın çizgilerini elimizle hissetmeye benzer: Parmak ucumuz, küçük oldukları ayırt edemeyecek kadar geniştir.

Elektron mikroskoplarında, dalga boyları görülebilir ışıktan 100.000 kez daha kısa olan, yüksek voltajlı elektron ışınları kullanılır. Cam mercekler, büyütme ve netleştirmede yetersiz kalacağından; ışınlar, güçlü elektrik yükü manyetik alanlara yönlendirilirler. STEM mikroskopunda, ışın bir noktaya odaklanır ve madde gözlenir. Elektronlar, bu maddenin üzerinden geçtikçe, atomlarla karşılıklı etkileşirler ve maddenin yapısına göre atomlar, çeşitli açılara fırlatılırlar. Gaz ve sıvı molekülleri yerlerinde durmadıkları için incelenemezler. Bu tablo, bir dedektörle algılanarak, elektrik sinyallerine çevrilir. Sonra, bilgisayar işlemiyle gözle görülür hale getirilir.

Elektron mikroskoplarının en önemli sorunu, gerçek görüş kapasitelerinin tahmin edilebileceğinden de zayıf olmasıdır. Bunun nedeni, manyetik merceklerden kaynaklanan yanlış algılamalardır. 1940 yıllarında 40 köşeli bir manyetik düzeltici önerilmiş, ama yapımı zor olduğundan gerçekleştirilememiştir.

Crewe, kendi buluşu olan 12 kutuplu, bilgisayar tarafından düzenlenmiş "düzeltici"sinden % 90 emin görünmekte, "Yalnızca % 10'luk bir yanılma payı bırakıyorum" demektedir.

Science Digest'dan çev: Sedef ÖLÇER

tespit edilebilmelidir. Eğer yeterli kadar ağır ise zorlukla yayınlanabilecektir. Böylece herhangi bir temel korunum kanunu göz önüne alınmaksızın protonun uzun ömrünü açıklamak mümkün olabilir ve sonsuza kadar yaşayamayacağının mümkünlüğü gösterilebilir. Son yıllarda yapılan çeşitli hesaplar protonun ömrünün 10^{31} yıl olduğunu söylerler. Protonun ömrü için yapılan tüm araştırmalarda ortak olan fazla madde gereksinimidir. Çok fazla madde çok fazla proton ve bağlı nötron demektir.

Proton bozunumu keşfedilirse ne öğrenilecektir? Baryon sayılarının korunumu açığa ka-

vuşacak ve tüm korunmuş niceliklerin elektrik yükü benzer dinamik öneme sahip oldukları inancı desteklenecektir. Protonun ömrü 10^{30} dan 10^{33} yıl menziline bulunacak ve şimdiki genel tahminlerin güvenini sağlayacaktır. En azından şundan emin olunabilir: Eğer proton bozunumu keşfedilirse çalışmalara yeni olanaklar açılacak ve bozunmanın çeşitli şekilleri için olasılıkların ne olduğu ortaya çıkacaktır ve de eğer proton bozunumu keşfedilirse deneylerin eşsiz bir zafarı ortaya çıkacak, yüksek enerji fizikçileri için olağanüstü bir ipucu sağlanmış olacaktır.