

Kuantum Alanı Bir Âlem!

Prof. Dr. Uğur Kaynak tarafından yazıldı.

Salı, 12 Şubat 2013 21:48 -

Kuantum alanı bir âlem. Biz de o alanın içerisinde var olmaktayız. Fakat bizim yaşadığımız çevrede klasik fizik kuralları geçerli imiş görünüyor. Kuantum alanın özelliklerini öğrendikçe, bizim algıladığımız fiziksel çevrenin kocaman bir “yanılsamalar senfonisi”nden oluştuğunu görmekteyiz. Örneğin: Elektron; kütlesi olan, enerjisi olan, çapı olan bir parçacıktır (leptondur). Fakat içerisinde hiçbir şey olmayan bir parçacıktır! Elektronun, tıpkı kuarklar gibi bir spin (kendi eksenini etrafında dönme hareketi vardır). Ama ne gariptir ki her atomda aynı olması gereken, her yörüngede aynı olması gereken elektronların "spin kuantum numaraları" farklıdır.

Elektronun kendi etrafında bir kez dönmesi, bizim bildiğimiz biçimde yani 360° lik açısal dönmeye eşit olmayabiliyor.

Elektronun, atom nükleus'unun etrafında dolanırken oluşturduğu garip biçimli yörüngelere orbital (yörüngemsi) denilir.

Bu yörüngemsilerde, yıldırımdan da hızlı dolanan elektronların bazıları, atom çekirdeğinin içine batıp çıkabilmektedirler.

Bir atomun en dışındaki orbitali, kural dışı davranarak hep "s" orbitali şeklinde oluşur. Küresel simetriye sahip olmaya çalışan “s” orbitali, atomu dış etkilere karşı korumaya çalışır.

"s" orbitalinde iki adet elektron bulunur. Bu elektronların “spin kuantum sayıları” birbirine eşit veya aksi işaretli olabilir. Eğer elektronların hepsi (+) spin işaretli iken, bir dış etkenle bunlara takla attırılsa hepsi de (-) spin işaretli olurlar. Buna "spin flop transition" denilir. Bu nükleusun iştirak etmediği bir faz geçişidir.

Herhangi bir "s" orbitalinde dolanan elektronların açısal frekansı, oda sıcaklığında yaklaşık olarak saniyede on trilyon keredir.

Bir Bohr Magnetona eşit veya daha büyük enerjili fotonlar, nükleus tarafından rezonans absorpsiyon ile kabul edildiğinde, Hyperfine Interaction (Çok zayıf etkileşimler) anında devreye

girerek (anında dediysem 10^{-43} saniye sonra demek istemiştım) en dıştaki “s” orbitalini de şişmanlatırlar. Burada klasik fizik yasaları paldır küldür yıkılmaktadır. Çünkü yeni gelen foton, hemen foton olduğunu unutup bir “koherent dalga paketi” haline gelir. Bu dalga paketi orbital tarafından alındığında, saniyede 10 trilyon kez dönen elektronun oluşturduğu, bir saniyelik poz süresinde portakal yüzeyi gibi girintili çıkıntılı olan orbitale, bir tepe ve bir çukur ilave olmuş demektir. Yani orbital açısıl frekansı “bir trilyon bir” olur. “Eee. Ne var bunda” demeyin. Şimdi bir mucize gerçekleşecek:

İşte bu yeni gelen koherent dalga paketi “bana da bir yer açın” diyerek orbitale yerleştiği için orbital şişmanlar. Buna uyarılmış seviye de denilir. Ancak bu dalga paketi gelmeden önce de kabul edildikten sonra da, “s” orbitali, çekirdekdeki deformasyonun elektrik kuadrupol momenti yüzünden, kolay mıknatıslanma eksenini boyunca kazanmış olduğu 1.Küresel, 2.Oblate Spheroid (yani Mandalina gibi) 3.Prolate Spheroid (yani yumurta gibi) olan şeklini korur. Yalpalama yapmaz. Bu portakal yüzeyi gibi girinti-çıkıntı yapan bir periyodluk salınım izleri, kolay mıknatıslanma eksenine göre bir trilyon artı bir adet çıkıntı ve girintinin koordinatlarını korurlar. Yani bir trilyon bir frekanslı bir duran dalga oluştururlar!!! Klasik fizikte, değil trilyon dalgaya, iki adedine bile duran dalga oluşturmak için kırk takla atılır.

İşte bu nedenle elektronun, ne zaman yörüngenin neresinde olduğunu ölçmek olanaksızdır. Eğer Heisenberg Belirsizlik Prensipli’nin çift denkleminde Momentum-Pozisyon denklemini, yani $\Delta p \Delta x \geq h/2\pi$ bağıntısını kullanırsak, momentum için çok duyarlı hesaplamalarımız olduğu için, bu kez pozisyonda yaklaşık 30 km kadar belirsizlikler oluşacaktır. Bunun nedeni ise inanılmaz küçük yarıçaplı bir yörüngede inanılmaz büyük (%10 “c”) hızlarla dolanmasıdır. Onu yakalamak için elimizdeki tek araç elektromagnetik dalgadır. Ama elektromagnetik dalga ise atomun içerisine daldığı anda yerine göre dalga, yerine göre foton (parçacık) olarak davranır. Örneğin bir atom çekirdeğine saplanan bir elektromagnetik dalga, kendi frekansı ile girişim yapan nükleus’un salınım frekansını artırır. Bu nedenle nükleus bir miktar ısınır. Bu nedenle nükleus bir miktar şişmanlar. Ama aynı zamanda bu elektromagnetik dalga’nın bir kütlesi de olduğundan, yani foton olduğundan, bu foton nükleusa çarptığında (eğer atom izole edilmişse) nükleus ve dolayısı ile atom yeni bir ortak momentum kazanır. Bu momentumun kaynağı çarpma açısına bağlı olarak Klasik Fizikteki geri tepme enerjisi kadardır. Yaşasın. Klasik Fizik atomda da çalışıyor diyenler, düş kırıklığına birazdan uğrayacaklardır. Ancak eğer, bu fotonun enerjisi bir “Bohr Magneton”dan düşükse, yani nükleus’un kabul edebileceği (en küçük) magnetik kuant’tan düşükse, o zaman çekirdek bu elektromagnetik dalgayı (aynı frekansta olmak koşulu ile) kabul eder, fakat geri tepmeksizin ve enerji seviyesini değiştirmeksizin kabul eder(!) Yani klasik fizik burada iptal edilmiş olur. Eğer foton paketleri gelmeye devam ederlerse, soğurumda transfer edilecek foton enerji toplamı 1 Bohr Magneton’u aştığında ancak o zaman geri teperek şişmanlar. Çünkü “Atom Kuantlaşmış Bir Sistem Olup Rast Gele Uyarılamaz”!!!

Eğer gelen elektromagnetik dalganın dalga boyu, elektronun çapına eşit veya büyükse

Kuantum Alanı Bir Âlem!

Prof. Dr. Uğur Kaynak tarafından yazıldı.

Salı, 12 Şubat 2013 21:48 -

orbitaldeki elektronun pozisyonunu, eğer gelen dalganın enerjisi elektronun orbitaldeki hareketli enerjisinden küçükse, momentumunu ölçemeyiz. Örneğin, yetersizliğimizi, 30 cm'lik bir cetvelle, bir kerede, bir "termik gezinti balonu"nun çapını ölçmeye kalkmak gibi düşünebiliriz. (Heisenberg Belirsizlik Prensipli)

Bir hadronun içerisindeki kuarklarda ise durum daha da gizemli bir hâl almaktadır. Çünkü Kuarklar hem anlaşılabilir bir dinamikte dönmekte, hem de renk (yani cins) değiştirmektedir.

En iyisi şu tanımla olacak herhalde:

Evrende, A) kütleyi oluşturan ve titreşen hiperküçük yayıcılar, B) mutlak boşluğu oluşturan ve titreşmeyen hiperküçük yayıcılar vardır. C) Başka da bir şey yoktur!!! EVREN = A+B = C.

İLGİLİ SORULAR VE YANITLAR:

SORU: Spin Flop Transition Nedir? Biraz daha açar mısınız?

YANIT: İki Türlü elektron faz geçişi vardır. 1.Spin Flip Transition, 2.Spin Flop Transition.

1.Spin Flip Transition:

Galaktik sistemimizde ve dış galaksilerde fazlaca var olan gaz-toz bulutlarından olan ve Natural Hidrojen denilen (Big Bang'de imâl edilen) atomik Hidrojen bulutlarına, HI Bulutları Denilir. Bunlar milyarlarca yıllık yaşantıları boyunca sayılamayacak kadar çok sayıda enerjetik foton saldırılarına uğramışlardır. Her saldırı arasında 10 milyon yıl aralık olduğunu farzedelim. Saldırıda az miktarda uyarılarak, aslında taban seviyesinde kaldıkları halde, bir üst enerji düzeyine faz geçişi yapmış olan atomlar, rastgele biçimde (kendilerine sıra geldiğine karar verdiklerinde) tekrar yine taban seviyesindeki en düşük enerji düzeyine geçeceklerdir. Buna nükleer fizik terminolojisinde taban seviyesi ikiye yarılmıştır denilir (İzomer Shift=Magnetik Monopol Yarılmı). Yani atomların taban seviye enerjileri zaman içerisinde, birbirine çok yakın iki

ayrı değer alabilir. Bu ikisinde biri olan yüksek taban seviyesinde, çekirdekle (bir adet) elektron aynı spin kuantum numarasına sahip olup aynı yönde dönerler. Düşük enerjili taban seviyesinde ise, elektronun spin eksenini takla attığı için, elektron nükleus'la ters yönde dönmeye başlar. İşte bu sırada aradaki (+) enerji farkı (yok olamayacağı için), atomdan dışarı foton olarak atılır. Zaten Big Bang'in ilk anları dışında foton imalatı görevi atom çekirdeklerindedir. Bu fotonun, (yani ışının) dalga boyu, çok uzun olup, $\lambda = 21 \text{ cm}$ 'dir. İşte böylece uyarılmış olan HI bulutu, on milyon yıl boyunca 21 cm dalga boyunda çok düşük enerjili bir ışımaya yapacaktır. Arkasındaki yıldızları kapatan bir bölgeden bu özel ışınlar alınıyorsa, orada bir HI bulutu, HII bulutu veya Gaz-Toz bulutu var demektir. Moleküler Gaz-Toz bulutlarındaki (HII) Hidrojen molekülü böyle davranamaz. Orada ise CO (Karbon monoksit) tayf emilimi sonucunda karanlık HII bulutunun varlığı tesbit edilir.

2.Spin Flop Transition:

Antiferromagnetik ve Ferrimagnetik metaller ve alaşımlar ısıtıldıklarında kendilerine özgü bir T_N sıcaklığına ulaştıkları anda ferromagnetik fazdan çıkıp paramagnetik faza geçerler. Yani mıknatıslıklarını kaybederler. Ancak bu işlem oluşurken genellikle heksagonal sıkı paket ve parasetik alt latislerden oluşan birim hücre tipi, aniden küresel simetriye kavuşarak, kübik hücre tipine geçer. Bu işlem sırasında hücrelerin biçim değiştirmesinin sesi de çatır-çutur duyulur. Burada ise tersine bir takla atan elektronlar, düşük taban enerjisine geçiş yaparlarken, nükleusun merkezindeki iç magnetik alanında, çok küçük ve ani bir eşik oluşur. Yani çekirdeğin de nükleer magnetik momenti işaret değiştirir. Bu olayın tersi de geçerlidir. Yani malzeme soğutulduktan de ters yönde transisyon oluşur. Düşük taban seviyesinde elektronlarla çekirdek aksi yönde spinlere sahip olurlar. Bu olay, inanılmaz duyarlılıktaki (10 üzeri -15 elektron Volt) spektroskoplarla kuadrupol moment yarılmı analizi yapılarak yakalanabilir.

SORU: Yani foton çekirdeğin yörüngesine mi giriyor?

YANIT: Fotonlar nükleus'un yörüngesine giremez. Yasaktır. Onlar, ya çekirdeğe saplanır, ya da uygun frenle değillerse çekirdekten saptırılırlar. Atomun içine (yani elektronların yörüngesinin iç kısmına girenler ise, atoma hiçbir etki yapmadan tekrar her yönde saçılarak çıkarlar. Fakat bu kez, optik banttaki fotonlar, o atomun imzasını taşırcasına, frekans değiştirerek atomu oluşturan malzemenin rengini taşırlar. Böylece biz ve göz yapısı uygun olan hayvanlar, çevremizi renkli görürüz.

SORU: Orbitali şişmanlatan foton ona yama gibi mi yapışıyor?

YANIT: Orbitali şişmanlatan şey, foton değil, çekirdeğin en son “s-orbitali”ne ilettiği “hyperfine interaction” enerjisidir. Orbitalin yüzeyine ilave edilen şey, yani bir tümsek ve bir çukurdan ibaret olan dalga, foton değil, foton’un çekirdeğe ısı enerjisi olarak transfer ettiği enerjisinin, orbital’deki simetrisidir. Yani çekirdeğe ve orbitale bir kuant’lık bir enerji transfer edilmiştir.

SORU: Duran dalga neden önemli?

YANIT: Burada vurgulanan kavram; bir orbitalin, çekirdeğin simetri eksenine, yani spin eksenine göre durumunu değiştirmedikçe söylemekle birlikte, asıl önemlisi, orbitalin yüzeyindeki girinti ve çıkıntılı dalga yüzeylerinin de yerlerini değiştirmedikleri, yani bu pütürlerin duran dalgalar oluşturduğu mucizesidir. Bu mucizenin altında gizli olan başka bir mucize daha yatar. O da Çekirdeğin küresel simetriden saptığında, birdenbire tek kutuplu bir elektrostatik alana, çift kutuplu bir magnetik alana ve dört kutuplu bir elektrik alana sahip olmasıdır. Bu durumda çekirdeğin bir dış mekanik enerji saldırısı (deformasyon), bir dış magnetik alan saldırısı ve hatta katı cisim içerisindeki bağ enerjileri dolayısı ile, şeklinin bozulduğu ve bazı atom çekirdeklerinin bu şekil bozunumunu milyarlarca yıl sakladıkları gerçeğidir. Yani bazı atom çekirdekleri pencere macunu gibi davranmaktadırlar. Bu özellik Shrödinger denklemleri, Legendre Polinomları ve LaGuerre Polinomlarının, şimdiye kadar hiç uygulanmamış olan $^{57}_{26}\text{Fe}$ izotopuna uygulanması sonucunda, “hesaplama yöntemi” ile ispatlanmıştır.

SORU: Bu olay neden klasik fizikle çatışıyor?

YANIT: Sözü edilen çok düşük enerjili Gamma fotonunun Enerjisi, çekirdek tarafından alınır. Bu önemli bir değişikliklerdir. Ama atom ve dolayısı ile çekirdek kuantlaşmış bir sistem olduğundan lineer bir enerji artışını kabul edemez ve hiçbir şey olmamış gibi davranır. Bu durum bildiğimiz bütün fizik kurallarının mikrokosmista tepetaklak olması demektir. Bunu ilk ispatlayan Rudolf Mösbauer, makalesini yayınladıktan sonra en kısa sürede Nobel kazanan insan olmuştur. Bir yıl boyunca modern fizik de dahil olmak üzere hiç kimse böyle bir şeyin olabileceğine inanmamıştı.

SORU: Atom, bu gama ışınlarını hep almak zorunda mıdır? Yoksa bir süre sonra salar mı?

Kuantum Alanı Bir Âlem!

Prof. Dr. Uğur Kaynak tarafından yazıldı.

Salı, 12 Şubat 2013 21:48 -

YANIT: Bu dediğiniz de olayın temelini teşkil edip burada bir şüphe veya bir sürpriz yoktur. Buna “rezonans absorption and re-emission” döngüsü adı verilir. Yalnız, çıkan Gamma ışınının enerjisi, giren gamma ışınının enerjisinden, geri tepmeye ve ısınmaya harcanan enerjiler kadar düşük olacak ve çıkanın frekansı alçalacaktır (düşecektir). Bu konuda çalışmış ve katkı koymuş yüzlerce araştırmacı vardır. Bu olguda, yeterli enerjide bir adet foton bile nukleusta şişmanlama yapar. Oysa benim örneklediğim olguda bir foton değil, örneğin ard arda altı foton kabul edildiği halde hiçbir şey olmamış gibi davranıp, ancak yedinci foton kabul edildiğinde, “Enerjisi Bohr Magnetonu aşan” sanki bir adet foton alınmış gibi davranılmaktadır. İşte burada bilim dünyasında kıyamet kopmuştur.