

# MR. TOMPKINS'İN SERÜVENLERİ

George GAMOV

**G**erçekten 1808 yılında İngiliz kimyacı John DALTON çeşitli elementlerin, daha karmaşık bileşikler meydana getirmek için gereken kısmi oranlarının hep tam sayıların oranları olarak ifade edilebileceklerini gösterdi. Dalton bu empirik kanunu, tüm bileşik maddelerin değişen sayılarda parçacıklardan yapıldıkları şeklinde yorumladı. Bu parçacıklar da basit kimyasal elementlerdi. Ortaçağ simyasının bir kimyasal elementi bir başka elemente dönüştürme çabalarındaki başarısızlığı, bu parçacıkların bölünemez olduğunun ispatı idi. Fazla bir tereddüde yol açmadan bu parçacıklara eski Yunanca ismi olan "atomlar" denildi. Bu isim verince de kaldı. Oysa şimdi biliyoruz ki bu "Dalton atomları" bölünemez değildir. Gerçekten çok sayıda daha küçük parçacıklardan yapılmışlardır. Ancak biz isimlerinin gerçeği aksettirmemesine göz yumuyoruz.

Böylece modern fizikte "atomlar" adı verilen bütünler Demokritus tarafından düşünülen maddenin temel ve bölünemez elemanları değildir. "Atom" terimi de "Dalton atomunu" meydana getiren çok daha küçük elektronlar ve protonlar için kullanılsa daha doğru olurdu. Ama isimlerin böyle değiştirilmesi yanılmalara yol açacaktır. Fizikte de hiç kimse dil yönünden tutarlığa pek önem vermemektedir aslında. O halde biz de eski "atom" adını Dalton'un kullandığı gibi kullanacağız ve elektronlar, protonlar ve diğerlerine "temel parçacıklar" diyeceğiz.

Bu isim kuşkusuz, daha küçük parçacıkların, kelimenin Demokritus'un kullandığı anlamında gerçekten temel ve bölünemez olduklarına inandığımızı işaret ediyor. Tarihin tekrerrü edip etmeyeceğini ve bilimin daha da ilerlemesi ile, modern fiziğin temel parçacıklarının oldukça

## BAY TOMPKINS'İN UYUDUĞU KONFERANSIN BİR KISMI

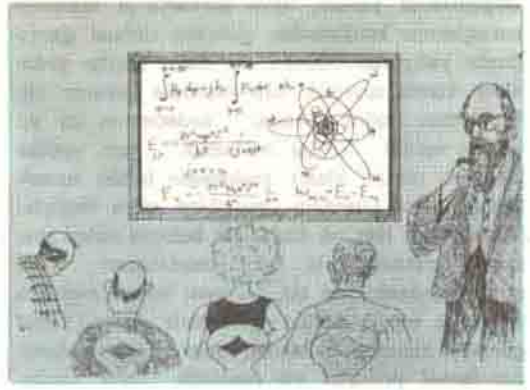
karmaşık bir yapıya sahip olduklarının ispat edilip edilmeyeceğini sorabilirsiniz. Cevabın her ne kadar bunun olmayacağına kesin bir şekilde garanti verilemeyeceği ise de, şimdi bu konuda haklı olduğumuzu düşünmek için çok iyi sebeplerin var olduğudur. Gerçekten günümüzde bilinen kimyasal element sayısı kadar farklı çeşit atom vardır. Her bir atom da oldukça karışık karakteristik özelliklere sahiptir. Böyle bir durum, karmaşık görünümü daha basit bir görünüme indirgeme yaparak, kolaylık sağlamayı davet eder niteliktedir. Diğer taraftan bugünün fiziği sadece birkaç çeşit farklı temel parçacığı tanımaktadır. Bunlardan konumuzla ilgili olanlar elektronlar (pozitif ve negatif hafif parçacıklar), nükleonlardır. (yükü ya da yüksüz ağır parçacıklar, aynı zamanda proton ve nötron olarak bilinirler).

Bu temel parçacıkların özellikleri son derece basittir. Daha fazla indirgeme yaparak çok az bir kolaylaştırma sağlanabilir ancak. Ayrıca, anlıyacağınız gibi, eğer daha karmaşık bir şey inşa etmek istiyorsanız, elinizde birkaç tür temel kavram bulunmalıdır. İki ya da üç çeşit temel kavram da fazla sayılmaz. Benim kanıma, paranızın son liralarını, modern fiziğin temel parçacıklarının isimlerine uygun kalacakları iddiası tarafına yatırmak oldukça garantilidir.

Şimdi Dalton atomlarının temel parçacıklardan nasıl yapıldıkları sorusuna gelelim. Bu sorunun ilk doğru cevabı 1911 yılında tanınmış İngiliz fizikçisi ERNEST RUTHERFORD (sonra Nelson Lordu Rutherford) tarafından verildi. Rutherford radyoaktif elementlerin bölünmesi işleminde yayınlanan, alfa parçacıkları olarak bilinen çok küçük, hızlı hareket eden parçacıklarla çeşitli atomları bombardıman ederek, atom yapısı üzerinde çalışmalar yapıyordu. Bu parçacıkların bir madde parçasında geçtikten sonra yön değiştirmelerini (saçılma) gözleyen Rutherford, bütün atomların çok yoğun, pozitif yüklü merkezli bir öz (atom çekirdeği) ile bunun etrafında oldukça seyrekleştirilmiş negatif elektrik yüklü bir bulut (atomun atmosferi) bulunduğu sonucuna ulaştı. Şimdi biliyoruz ki atom çekirdeği belli sayıda

proton ve nötronlardan yapılmıştır. Bu parçacıklara "nükleonlar" denir ve büyük yapışma kuvvetleri ile sıkıca birbirlerine bağlanmışlardır. Atomun atmosferini meydana getiren değişen sayıda negatif elektronda çekirdekteki pozitif yükün elektrostatik çekiminin etkisi ile dolanırlar. Atomun atmosferindeki elektron sayısı verilen bir atomun bütün fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirler. Bu sayı da birden (hidrojen), bilinen en ağır elementler kadar, kimyasal elementlerin tabii sırası ile artar.

Rutherford atom modelinin basit yapısına rağmen, ayrıntılı olarak anlaşılması hiç de basit olmadı. Gerçekten klasik fiziğin en iyi inançlarına göre, atom çekirdeğinin etrafında dönen negatif yüklü elektronlar radyasyon (ışık yayını) işlemi ile hareket enerjilerini kaybetmeleri gerekirdi. Bu sürekli enerji kaybından dolayı da, atomun atmosferini meydana getiren bütün elektronların, bir saniyenin çok küçük bir kesrinde çekirdek üzerine düşmeleri gerektiği hesaplanmıştı. Oysa klasik teorisinin bu sağlam gibi görünen sonucu, empirik gerçeklerle tam bir zıtlık içinde idi. Atomun atmosferi çok dengeli idi, yani elektronlar çekirdek üzerine düşmek yerine, merkezi kütle etrafındaki dönme hareketlerine çok uzun süreler devam ediyorlardı. Böylece, görüyoruz ki klasik mekaniğin temel fikirleri ile atomlar dünyasının küçük parçalarının mekanik davranışlarından elde edilen empirik bulgular arasında köklü farklar ortaya çıkmıştı. Bu gerçek meşhur Danimarkalı fizikçi Niels Bohr'u, asırlar boyu tabii bilimler arasında öncelikli ve sağlam bir yere sahip olmuş olan klasik mekaniğin, bundan sonra sadece günlük deneylerimizin makroskopik dünyasına uygulanabilecek kısıtlı bir teori olduğu sonucuna ulaştırdı. Bu teori çeşitli atomlar içindeki çok daha hassas hareketlere uygulandığı zaman başarısız oluyordu. Atom mekanizmasının küçük parçalarının hareketlerine de uygulanabilen, yeni genelleştirilmiş mekaniğin ön temeli olarak, Bohr klasik teoride düşünülen sonsuz hareket çeşitleri içinde sadece özel olarak seçilmiş birkaç tanesinin tabiiatta meydana geldiğini kabul etmenin gerekli olduğunu ileri sürdü. Bu müsaade edilen hareket çeşitleri, ya da yörüngeler, Bohr teorisinin kuantum şartları diye bilinen, belirli matematik şartlara göre seçilmektedir. Burada bu kuantum şartlarının ayrıntılı incelemesine girmeyeceğim, ancak bu şartların yaptıkları bütün kısıtlamaların, hareketli parçacığın kütlesinin atom yapısında karıştıktıklarımızdan çok daha büyük olduğu bütün



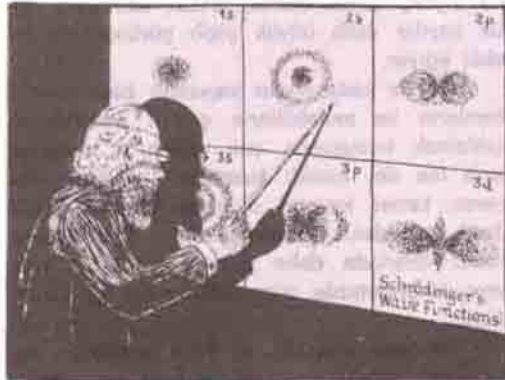
durumlarda hiçbir önerme sahip olamayacak şekilde seçilmiş olduklarını söylemekle yetineceğim. Böylece yeni mikromekanik makroskopik cisimlere uygulandığı zaman eski klasik teorisinin verdiği sonuçların tamamen aynı sonuçları verecektir (mütekabiliyet prensibi). Sadece küçük atomik mekanizmalarda iki teori arasındaki uyumsuzluklar önemli değerlere ulaşacaktır. Ayrıntılara fazla girmeden, atomdaki Bohr kuantum yörüngelerinin bir çizimini göstererek, Bohr teorisini görünüş açısından atomun yapısı hakkındaki merakınızı gidermeğe çalışacağım. (İlk çizim lütfen). Burada (yukarıda) kuşkusuz çok büyütülmüş olarak, atom atmosferini meydana getiren elektronların Bohr kuantum şartları ile "müsaade edilen" hareket türlerini temsil eden dairesel ve eliptik yörünge sistemlerini görüyorsunuz. Oysa klasik mekanik elektronun çekirdekten herhangi bir uzaklıkta dönməsini öngörüyor ve yörüngeyi eksantrikliğine (yani uzamasına) hiçbir kısıtlama getirmiyordu. Bohr teorisinin seçtiği yörüngeler, tüm karakteristik boyutları ile kesikli bir takım oluşturuyordu. Her bir yörüngeyi yanında bulunan harfler ve sayılar genel sınıflandırmada verilen bir yörüngeyi adını gösteriyor; örnek olarak, dikkat ederseniz büyük sayılar daha büyük çaplı yörüngelere tekabül ediyor.

Her ne kadar atom yapısının Bohr teorisini atomların ve moleküllerin çeşitli özelliklerini açıklamak hususunda çok olumlu sonuçlar verdi ise de, kesikli kuantum yörüngelerini içeren temel kavram oldukça karanlık kaldı. Klasik teorideki bu olağanüstü kısıtlamanın analizi üzerinde daha derin çalışmalar yapmaya çalıştığımızda, tüm resim daha da karanlıklaştı.

Sonunda anlaşıldı ki Bohr teorisinin eksik yanı, klasik mekaniği temelli bir şekilde

değiştirmek yerine, ilave şartlarla o sistemin sonuçlarına kısıtlamalar getirmiş olması gerçeğinde yatıyordu. Çünkü bu ilave şartlar prensipte klasik teorisinin tüm yapısına yabancı idi. Problemin doğru çözümü sadece on üç yıl sonra verildi. "Dalga mekaniği" adı verilen bu yeni çözüm klasik mekaniğin bütün temellerinde yeni kuantum prensibine göre değişiklikler yaptı. Her ne kadar ilk bakışta dalga mekaniği sistemi eski Bohr teorisinden daha çılgın görünebilirse de, bu yeni mikro mekanik bugünkü teorik fiziğin en tutarlı ve iyi kabul görmüş kısımlarını temsil eder. Yeni mekaniğin temel prensibi ve özellikle "karar verilemezlik" ve "yörüngelerin dağılması" kavramları daha önceki konferanslarımdan birinde konu edildiği için, hafızanıza başvurmanızı ya da notlarınıza bakmanızı önererek, atomun yapısı problemine yeniden döneceğim. Şimdi gösterdiğim şekilde (İkinci resim, lütfen!) atomun elektronlarının hareketlerinin dalga mekaniği teorisinde "yörüngelerin dağılması" görüşüne göre nasıl canlandırıldığını görüyorsunuz. Bu resim, daha önceki şekilde klasik olarak temsil edilen tipteki hareketlerin aynısını (sadece teknik sebeplerden her bir tip hareket burada ayrı ayrı çizilmiştir) temsil etmektedir. Bohr teorisindeki kesin çizgili yörüngeler yerine, burada belirsizlik prensibine uygun olarak dağınık bir görünüm vardır. Hareketin farklı durumları için işaretleme öncesinin aynıdır. İki şekli karşılaştırarak ve hayalinizi de biraz genişleterek göreceksiniz ki bulutlu şeklimiz, eski Bohr yörüngelerinin genel özelliklerini oldukça sadık bir şekilde tekrar etmektedir.

Bu şekiller size kuantum işe girdiği zaman klasik mekaniğin eski moda yörüngeilerinin nasıl değiştiğini açık olarak gösteriyor. Sokaktaki adam bu değişimi olağanüstü bir rüya imiş gibi düşünse bile, atomların mikro



evreninde çalışan bilim adamları bu şekli kabul etmekte hiçbir güçlük çekmezler.

Bir atomun elektronik atmosferindeki hareketlerin mümkün olan durumlarını kısaca inceledikten sonra, şimdi atomun çeşitli elektronlarının, hareketin mümkün olan çeşitli durumları arasında nasıl dağılacağı ile ilgili olan önemli bir probleme geliyoruz. Burada yine yeni bir prensiple karşılaşıyoruz. Bu da makroskopik dünya için oldukça yabancıdır. Bu prensip ilk defa genç arkadaşım WOLFGANG PAULI tarafından ifade edilmiştir. Belli bir atomun elektronlar topluluğu içinde aynı anda iki parçacık aynı tip harekete sahip olamaz. Klasik mekanikte olsa idi, bu kısıtlamanın büyük bir önemi olmazdı. Çünkü sonsuz sayıda mümkün olan hareket vardır. Ama "izin verilen" hareket durumlarının sayısı kuantum kanunları ile büyük ölçüde azaltıldığı için, Pauli prensibi atomlar dünyasında çok önemli bir rol oynar: Elektronların atom çekirdeğinin etrafında az da çok, düzgün olarak dağılımını sağlar ve bir noktada toplanmalarını önler.

Yine de, yeni prensibin yukarıdaki ifadesinden gösterdiğim şekilde temsil edilen dağınık kuantum durumlarının her birinin sadece bir elektron tarafından "işgal" edildiği sonucunu çıkarmayınız. Gerçekten, yörünge üzerindeki hareketinden tamamen ayrı olarak her elektron kendi eksen etrafında da döner ve iki elektron aynı yörüngede hareket etseler bile, farklı yönlerde kendi eksenleri etrafında dönmeleri şartı ile bu olgu Dr. Pauli'yi rahatsız etmez. Elektronun bu dönme hareketinin incelenmesi ile dönme hızının hep aynı olduğu ve dönme ekseninin yörünge düzlemine her zaman dik olduğu anlaşılmıştır. Böylece eksen etrafında dönme için sadece iki farklı durum kalmaktadır. Bunlardan birisi "saat ibreleri yönünde" diye adlandırılırsa, diğeri "saat ibrelerinin aksi yönünde" olmalıdır.

Böylece, bir atomdaki kuantum durumlarına uygulanan Pauli prensibi yeniden şu şekilde ifade edilebilir: Hareketin her kuantum durumu iki elektrondan daha fazlası tarafından "işgal edilemez. Bu iki elektronun eksenleri etrafındaki dönme yönleri de zıt olmalıdır. Giderek artan sayıda elektrona sahip elementlere doğru sırayı takip ettikçe, elektronlar tarafından sıra ile doldurulan farklı kuantum durumlar ile karşılaşırız ve atomun çapı da sürekli olarak artar. Bu vesile ile birbirlerine bağlanmalarının kuvveti konu ise, atomun elektronlarının farklı kuantum durumları,

# DÜŞÜNME KUTUSU

## (Geçen Sayının Yanıtları)

**DİŞLİ ÇARKLAR :** Dörtlü çark sisteminde  $R_1, R_2, R_3$  ve  $R_4$  arasında herhangi bir ilişki olabilir; çarklar döneraktır. Beşli çark sisteminde ise şekilde görüldüğü gibi, çarklardan biri (örneğin  $R_2$ ), komşu olduğu iki çarkin her biri tarafından karşıt yönlere doğru zorlanacağından hareketsiz kalır, çark sistemi çalısamaz.

**SAYILAR :** 157 ve 637.

Sayılar daima 7 ile bitiyor. 7'nin soluna gelecek sayı şöyle bulunuyor:  $2n+1$  ( $n$  bir önceki sayıda 7'nin solundaki sayı). Örneğin 2. terimde  $n=1$  ve  $2n+1=3$  olduğundan, 2. terime 37 yazılmış. Şimdi  $(2x3)+1=7$ , bu nedenle 77, o halde  $(7x2)+1=15$  ve 157,  $(31x2)+1=63$  ve 637.

**HANCI :** Pırasalı süte  $p$ , içkiye  $i$  ve sebzeye  $s$  diyelim.

1 — Tüm  $p$ 'ler  $i$ 'dir.

2 — Hiçbir  $s$ ,  $i$  değildir.

3 — O halde bazı  $s$ 'ler  $p$  değildir.

Bu mantık doğru fakat eksiktir. Çünkü aslında çıkan sonuç şudur :

"Hiçbir  $s$ ,  $p$  olamaz" ya da tersini alırsak "hiçbir  $p$ ,  $s$  olamaz". Diyebiliriz ki, Hancı delil olmayıp yarı akıldız ve biraz mantık alıştırmasını ihtiyacı vardır.

**ŞAPKALAR :** Bu tip problemlerde garip olan şudur; şapka sayısı  $>7$  olmak şartı ile şapka sayısının cevaba etkisi yoktur, 10 şapka da olsa, 10 milyon şapka da olsa cevap aynıdır. Örneğin 10 şapka alalım, 10 şapkanın değişik sıralarla dizilmesi olanğı  $10!=3\ 628\ 800$ 'dür. "Hepsi yanlış" permütasyonların sayısı ise  $10!/e$ 'dir ( $e$ =natürel logaritmanın tabanı). Böylece,  $10!/e=1\ 334\ 961$  bulunur. Şapkaların hepsinin yanlış verilmesi ihtimali  $p=1\ 334\ 961/3\ 628\ 800=0.36$  olur. En az bir şapkanın doğru verilmesi ihtimaline  $q$  diyelim,  $q=1-0.36=0.64$  dür. Demek ki % 64 olasılıkla, en az bir profesör kendi şapkasını almıştır.

**ESRARLI SAYI :** AB gibi iki haneli sayıyı 20 ile çarpıp kendini eklemek, AB'yi 21 ile çarpmak demektir. Daha sonra da 21'i 481 ile çarpıyoruz:  $21x481=10101$ , işte esrarlı sayı bu 10101'dir. Daima  $10101xAB=ABABAB$  olur. Örneğin  $99x10101=999999$  veya  $14x10101=141414$ .

**ROMEN :**

1) 7 — 3 = 4

2) 7 + 3 = 10

3) 8 — 3 = 5

**VAGON :**

85.679

+ 85.679

171.358

**YANGIN MERDİVENİ :**

Orta basamak 0 ise, İtfaiyeci sırası ile 3, — 2, ve 12. basamaklarda bulundu. Demek ki 0 basamağının her iki yanında 12 basamak, yani toplam 25 basamak var.

$$\text{İKİ KESİR : } \frac{35}{70} + \frac{148}{296} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1$$

(diğer çözümler de mümkün)

**9 SAYI :**

123—45—67+89=100

kabaca eşit bağlanmaya hazır ayrı durum grupları (ya da kabuklar) halinde bir araya geldiklerini de söylemeliyim. Elementlerin tabii sırasını takip ettiğimiz zaman, bir gruptan sonra başka bir grup doldurulur ve elektron kabuklarının böylece sıra ile doldurulmasının sonucu olarak, atomların özellikleri de periyodik olarak değişir. Rus kimyager DİMİTRİY MENDELEEFF tarafından empirik olarak keşfedilen, elementlerin periyodik özellik değiştirme gerçeğinin açıklaması işte budur.

**Çev: Doç. Dr. Tuncay İNCESU**



**Zeki olmak, anlamak, dinlemek demektir. Ancak, insanın yalnız kendi mizacının ve ruhsal alışkanlıklarının malı olan fikirleri, şeyleri ve eylemleri anlaması demek değildir. O ayrı zamanda, yabancı, ters ve çok değişik gelenleri de anlamak demektir. Zeki olmak, kendi duyuma ve düşünme şeklini tanıdıktan sonra, bütün ötekilere kendiminkileri uydurabilmek demektir.**

**LEATAND**