

ANTI DÜNYADA HERŞEY TERSTİR

Wolfgang RICHTER

Maddenin ne olduğunu bir kere bilsek, anti maddeyi anlamak insana pek güç gelmeyecekti. Burada bu konuya değinecek ve herkesin anlayacağı şekilde bir parça çekirdek (nükleer) fiziğinden söz edeceğiz.

Acaba madde denilen şey nedir? Bu soruya verilecek en basit cevap şudur: Madde insanın beş duyusuyla farkına vardığı şeydir. Ansiklopedi, madde, bir şekil alabilen "cisimdir" der. Bu alışlagelen fiziksel açıklaması en doğru olanıdır. Madde cisimlere verilen bir addır ve bir kütleye sahip olması dolayısıyla kanıtlanabilir. Fizikğin, özellikle atom fiziğinin temel ereği, hedefi, maddenin yapısını ve bütün niteliklerini meydana çıkarmaktır. En fazla insanı hayrette bırakan şey de maddenin "yoğunlaşmış" enerji olduğu ve maddenin kendisinin bir ayna görünüşüne sahip bulunduğu ki buna da anti madde adı verilmektedir. Bizim dünyamız doğal bilimler anlamında az veya çok tamamiyle simetrik, bakışıktır. Her şeklin bir ayna görünüşü, karşı şekli, her kuvvetin bir karşı kuvveti vardır. Buna bilinen bir örnek pozitif ve negatif elektrik yükleridir.

Madde ve enerji birbirine dönüşebilirler. Bu daha deneysel olarak kanıtlanmadan önce, Einstein ünlü denkleminde $E = m \cdot c^2$, enerji eşittir, kütle çarpı ışık hızının karesi olarak önceden saptamıştı. Buna bir örnek üzerinde tasarlamağa bir çalışınız: Bir gram madde 90 trilyon Watt saniye enerjiden "oluşur". Bir gram demiri veya bir gram kömürü, ya da bir gram oksijeni tamamiyle enerjiye dönüştürebilseniz, bu enerji ile 100 Wattlık bir ampulü yuvarlak 28.500 yıl yakmak kabil olurdu.

Madde olarak bağlı enerji, 92 doğal elementin ve bunların birbirleriyle olan sayısız bileşikleri ve yapay olarak elde edilen elementler şeklinde mevcuttur. Zamanımızın başlangıcından 400 yıl önce Yunan filozofu Demokrit (gerçi aslında metafiziksel anlamda) bir kuram ortaya atmıştı ki buna göre madde parçalanamayacak derecede küçük parçalardan bir araya geliyordu. O eski

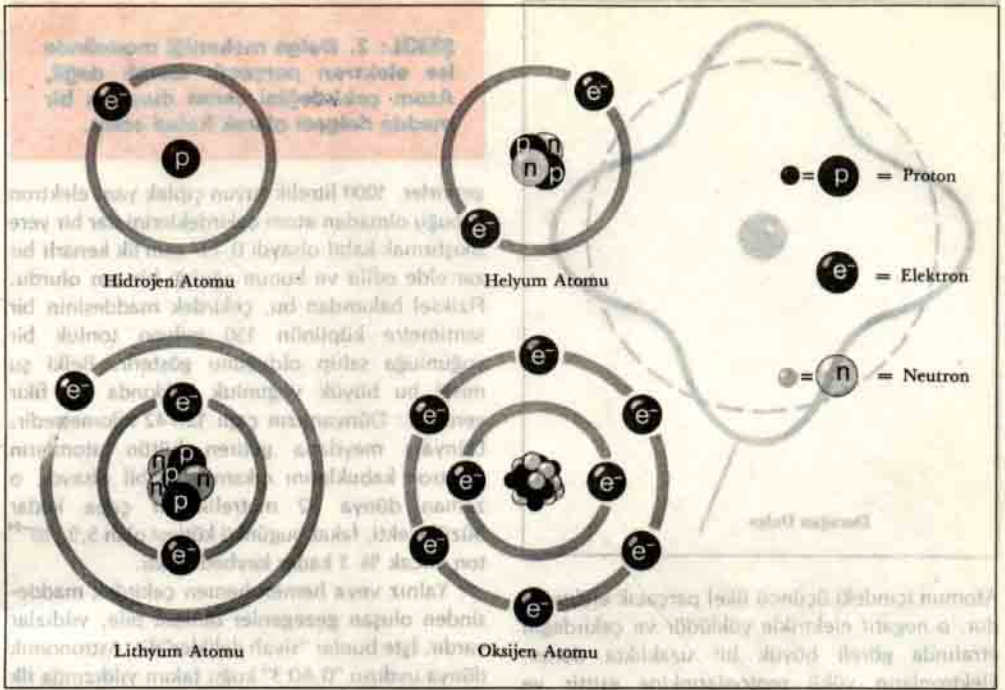
Yunanca atomos = parçalanamaz kelimesini bu parçacıkların adı olarak kullandı. Böylece "atom" kelimesi meydana çıktı. Aşağı yukarı 2200 yıl sonra kimyada atomların gerçekten maddenin yapı taşları olduğu kanıtlandı, fakat bu fizik için geçerli değildi.

Atomların varoluşlarının ilk kanıtını Dalton 19'uncu yüzyılın başında verdi. Onun buluşu sayesinde kimyasal tepkilerde elementler veya bileşiklerin yığınları arasında basit sayısal ilişkilerin oluştuğu meydana çıktı. Böylece iki hacim kısmı hidrojen bir hacim kısmı oksijen ile birleştiği ve bir şerare ile tepkiye getirildiği zaman tam üç hacim kısmı su buharı meydana geliyordu. Oksijen ile hidrojen 1:2 oranından başka bir oranla karıştırılırsa, böylece iki kısım hidrojen bir kısım oksijenle tepkiye gelir, geriye 1:2 oranına nazaran fazla olanlar kalır. Buna kimyada "artan ağırlıklar kanunu" adı verilir.

19'uncu yüzyılda atomların varoluşu hakkında daha başka birçok kanıtlar bulundu. Nihayet Mendelyef ve Meyer birbirinden haberleri olmaksızın, kimyasal elementlerin belirli bir şemaya göre dizilebileceklerini buldular ve "Elementlerin periyodik sistemlerini" meydana koydular. Kimyacılar için artık hiç bir kuşkuya yer kalmamıştı. Maddenin en küçük yapı taşları atomlardı, çünkü bunları kimyasal olarak parçalamaya imkân yoktu.

Bundan sonraki açıklamaları yalnız fizik yapabiliirdi. Becquerel tarafından Uranyum'un kendiliğinden çökümü "radyoaktivite", bulunca atomların kimyasal olarak değil, fakat fiziksel bakımdan mükemmelen parçalanabileceği meydana çıktı.

Thomson 1896'da "elektron" u buldu. O elektronun atomun bir parçacığı ve elektriksel olarak negatif yüklü olduğunu saptayabiliyordu,



ŞEKİL: 1. Bohr'un atom modeli. Niels Bohr; Elektronların dairesel ve elipsel yörüngelerde çekirdeğin etrafında hareket ettiklerine ve Atomun da güneş sistemimiz gibi yapılmış olduğuna inanıyorduk.

fakat bundan atomun yapısı hakkında yalnız sonuçlar çıkardı.

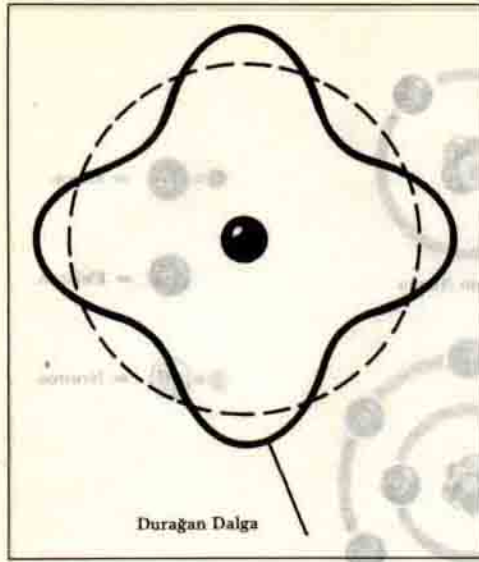
En modern mikroskoplarla bile görülemeyen için atomlar ve onların bu daha ufak yapı taşları nasıl keşfedilebilirdi? Burada yalnız bir olanak vardı, o da dolaylı, endirekt, gözlemeydi. Atomlar ve element parçacıkları o kadar küçüktüler ki, onların yaptıkları etki de o kadar zayıf oluyordu. Bu güçlükleri yenibilmek amacıyla bir deney için birçok parçacıklar "kullanılıyor" ve sonra matematik yöntemlerle (örneğin istatistik) bir tek parçacık üzerine sonuç çıkarmak kabil oluyordu. Yalnız bu bazı deneyler de mümkündü. Bir çok deneyler için yalnız mümkün olan yüksek enerjili çok az parçacığa ihtiyaç vardı. Bundan dolayı dev hızlandırıcılar —Zyklotron'lar, Beatron'lar ve doğrusal hızlandırıcılar— yapılmış ve bunların içinde elektriksiz yüklü parçacıklar, deney durumuna getirilmeden önce çok yüksek hızlara çıkartılmışlardı.

Bir atomun iç yapısı nasıldır? Büyüklüğü ne kadardır? "Ortalama" bir atom küre şeklindedir ve çapı 10^{-10} nun yöresindedir ki bu 0,1 nm (Nanometre) veya 1 \AA (Angström) dür. 10^{-10} virgülden sonra 9 sıfırlı bir sayıdır, 0,000000001. Böyle ufak bir sayıyı gözümüzün önüne getir-

meye tabii imkân yoktur. Bunun için bir hesap örneği verelim, ye atomların yerine (daha büyük olan) molekülleri, yani atom bileşiklerini kullanalım: Bütün molekülleri işaretleyerek bir litre su içine atsak ve sonra bu litre suyu tamamiyle biteviye dünyamızda bulunan bütün sıvılarla karıştırsak ve sonra herhangi bir yerden tekrar bir litre su alsak, işte bu litre su içinde gene işaretlenmiş moleküllerin 5000 tanesini bulmak kabil olacaktı.

Bir atomun çekirdeği ise bir molekül ve bir atomdan çok daha küçüktür. Onun içinde atomun bütün kütlesi yoğunlaşmıştır. Atom çekirdeği ortalama bir atomdan 10.000 kere daha küçüktür, çapı $0,0001 \text{ \AA}$ dür. Çekirdeklerin şekli atomdan atoma çok değişiktir. Esas şekli ellipsoid'dir ve bu az veya çok "ezilmiş" ve "sıkılmış"tır, küre şekli çok nadirdir. Bu yeni bir araştırma sonucudur, zira şimdiki kadar atom çekirdeklerinin de küre şeklinde oldukları kabul edilmiştir.

Böyle bir çekirdeği bile bölmek kabildir, çünkü o ilkel parçacıklardan, proton'lar ve nötron'lardan oluşur. Proton'lar elektriksiz pozitif bir yük taşırlar, nötron'lara gelince, onlar adlarından anlaşıldığı gibi tarafsız, nötr'dirler.



ŞEKİL: 2. Dalga mekaniği modelinde ise elektron parçacık olarak değil, Atom çekirdeğini saran durağan bir madde dalgası olarak kabul edilir.

Atomun içindeki üçüncü ilkel parçacık elektrondur, o negatif elektrikle yüklüdür ve çekirdeğin etrafında görece büyük bir uzaklıkta döner. Elektronların yükü protonlarına eşittir ve böylece etrafında bir elektronun döndüğü proton (ki bir hidrojen atomunun iç yapısı böyledir) dışı doğru elektriksel nötr bir oluşum meydana getirir. Bütün stabil (kararlı) kimyasal elementler elektriksel nötr (tarafsız) olduklarından bundan stabil bir atomun da eş sayıda elektron ve protona sahip olduğu şeklindeki doğru sonuç meydana çıkar.

Elektronun, atomun en küçük yapı taşıdır 9,1. 10⁻³¹ gramlık bir kütlesi vardır. Varsayalım ki elektronların teker teker saymak kabil olsun ve bir insan, bir miligramlık elektronu 200 tanesi bir dakikada olmak üzere sayısın. Bununla da dünyanın oluştuğu tahmin edilen 10 milyar yıl önce başlamış olsun ve yılın 365 gününü ve her günün 24 saatında bu işten başka bir şey yapmasın. Bugüne kadar sayılan miktar ancak ışın on milyonda biri olacaktır. Bunu tasarlamak kabil değildir. Elektronların kütlesi o kadar ufaktır ki onları gözönüne getirmek imkânsızdır.

Fakat benzer büyüklükler arasında ilişkiler kurmak tabii kabildir, örneğin: Bir proton bir elektrondan 1836 kat daha ağırdır, bir nötron ise 1839 elektronun kütlesine sahiptir. Çekirdeğin temel parçacıkları olan bu iki parçacığa nükleon'lar da denilmektedir (lâtince nucleus = çekirdek'ten). Nükleonlar çok sıkı "ambalajlanmışlardır". Nükleon'lar olarak proton ve nötron, yalnız atom çekirdeğinin dışında sahip oldukları küre şeklini kaybederler ve sıkı, katı bir çekirdek meydana

getirirler. 1000 litrelik suyun çıplak yani elektron kabuğu olmadan atom çekirdeklerini dar bir yere sıkıştırmak kabil olsaydı 0,197 mm'lik kenarlı bir zar elde edilir ve bunun ağırlığı bir ton olurdu. Fiziksel bakımdan bu, çekirdek maddesinin bir santimetre küpünün 150 milyon tonluk bir yoğunluğa sahip olduğunu gösterir. Belki şu misal bu büyük yoğunluk hakkında bir fikir verebilir: Dünyamızın çapı 12.742 kilometredir. Dünyayı meydana getiren bütün atomların elektron kabuklarını çıkarmak kabil olsaydı, o zaman dünya 42 metrelik bir çapa kadar büzülecekti, fakat bugünkü kütlesi olan 5,9. 10²⁴ ton ancak % 1 kadar kaybedecekti.

Yalnız veya hemen hemen çekirdek maddesinden oluşan gezegenler olmasa bile, yıldızlar vardır. İşte bunlar "siyah delikler"dir. Astronomik dünya uydusu "0 A0 3" kuğu takım yıldızında ilk "siyah deliği" bulmuştur. Böyle bir cismin çekim kuvveti (gravitation) o kadar büyüktür ki ışık ve bütün öteki elektromanyetik ışınları meydana çıkarmaz, içinde alıkoyar.

Atomlar esas itibariyle hiçten oluşurlar. Küçük ağır çekirdekle onun etrafında yuvarlak olarak ışık hızının onda biriyle dönen elektronların arasında görece olarak çok büyük ara boşlukları vardır. Tabii bu ara boşlukları tamamıyla boş, değildirler (zira böyle hiç bir şeyin bulunmadığı bir yer olamaz), burası kuvvetlerle doludur ve elektromanyetik dalgalar buradan geçerler.

Elektron kabuğunun yapısı ile benzetildiği takdirde bir çok elementlerde çekirdeğin bileşimi kolayca açıklanabilir. En hafif elementin, hidrojenin atom çekirdeği bir protondur. Helyum çekirdeği (radyoaktif işımda Alfa-parçacığı) iki proton ve iki nötrondan meydana gelir, Lityum'un çekirdeği ise üç proton ve üç nötrondan. Elementlerin periyodik sisteminde sıra sayısı (Z) çekirdekdeki protonların miktarını gösterir. (Hidrojen: Z = 1, Helyum: Z = 2, Uranyuma kadar: Z = 92, bunu izleyen yapay elementlere kadar: Z = 105, en son duruma göre). Nötronların sayısı başlangıçta protonların aynısıdır, sonraları daha hızla artar.

Periyodik sistemde her elementin kütle sayısı da gösterilmiştir. Bu, atomun kütlesini (karbon = 12 esas olmak üzere) belirleyen bir orantı sayısıdır. Protonlarla nötronlar hemen hemen

aynı kütleyle sahip olduklarından kütle sayısı ile sıra sayısı arasındaki fark çekirdekdeki nötron sayısını verir (Uranyum'da $238 - 92 = 146$). "Adi" elementlerin yanında hemen hemen her elementle beraber bir de "izotop"lar vardır. Bunlar eşit proton'lu atomlardır, fakat en fazla karşılaşılan atomlarla kıyasta farklı nötron sayısı olan atomlardır.

Atom çekirdeği hakkındaki bilgi burada bitiyor. Gerçi onu tasarlamaya pek imkân yoktur, fakat gerçek boyutlarına aldırılmazsa, ve proton ve nötronları küçük küreler halinde tasarlamaya yönüne gidilirse, atom çekirdeğini gözönüne getirmek kabil olabilir. Elektron kabuğuna gelince, onu bu şekilde tasarlamak büsbütün imkânsızdır, burada modellerden faydalanmak zorluğu vardır. Bu yardıma ihtiyaç göstermenin nedeni, elektronun bizim anlayış kabiliyetimizin içine girmeyen niteliklere sahip bir parçacık olmasındandır. Atom fizikçileri, elektronların yalnız bazı belirli "durumlarda" katı parçacıklar gibi davrandıklarını saptamışlardır. Başka durumlarda ise dalgalar gibi hareket etmektedirler. Bu bakımdan elektronların gerçek niteliği tam bir açıklamaya imkân vermemektedir. Bundan dolayı ışıkta olduğu gibi burada da elektrondan "dalga - parçacık ikilisi" diye söz etmek yerinde olur. Burada iki modelden bahsedeceğimiz, biri Bohr'un modeli, öteki de, dalga mekaniği modelidir. Birinci modelde elektron parçacık, ikincisinde ise dalga olarak gösterilmektedir. Niels Bohr elektronların çekirdek etrafında dairesel ve elipsel yörüngelerde hareket ettiklerini kabul etmiştir, yani atom güneş sistemimizin aynı bir yapıya sahiptir (Şekil 1). Burada onun bir güçlüğü yenmesi gerekiyordu: Hareket eden elektriksel yükler, bunu herhalde okuldaki Fizik dersinizden hatırlayacaksınız, manyetik alanları meydana getirirler. Orada pusula iğnesi veya demir tozlarıyla, akım üzerinde olan elektrik hatlarının merkez bir manyetik alanlar tarafından sarılmış olduğunu görmüşsünüzdür. Atom çekirdeği etrafındaki yörüngelerinde hareket eden elektronlarda hareket halinde olan yüklerdir. Onların da manyetik alanlar üretmeleri gerekir. Bu ise, elektronların enerji verdikleri ve az bir zaman sonra atom çekirdeğinin içine düşmeleri gerektiği anlamına gelir. Bu yüzden hiç bir zaman stabil atomların var olmasına olanak olmayacaktır. Bohr bundan dolayı koşullar ileri sürdü: Bir elektronun üzerinde çekirdeğin etrafında enerji kaybetmeden hareket ettiği belirli yörüngeler vardır. Bir elektrod bir yörüngeden ötekine yalnız sıçrayarak geçebilir, oysa çekirdekten daha uzakta bir yörüngeye geçmek için

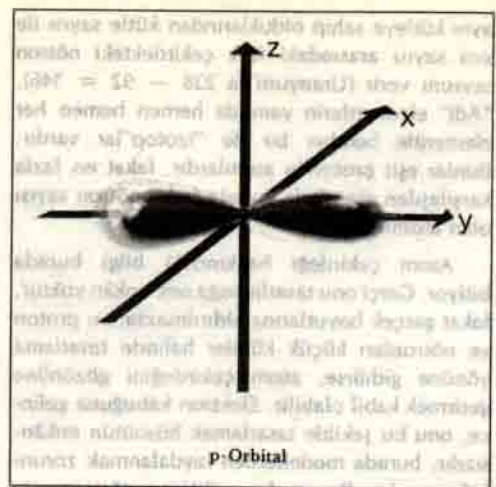
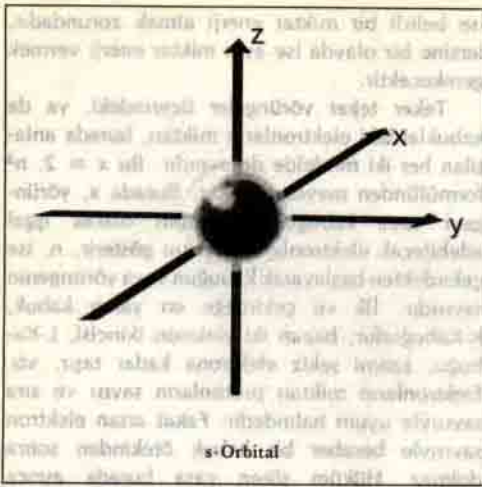
ise belirli bir miktar enerji almak zorundadır, tersine bir olayda ise aynı miktar enerji vermek gerekecektir.

Teker teker yörüngeler üzerindeki, ya da kabuklardaki elektronların miktarı, burada anlatılan her iki modelde de aynıdır. Bu $x = 2 \cdot n^2$ formülünden meydana çıkar. Burada x , yörüngeyi veya kabuğu maksimum olarak işgal edebilecek elektronların sayısını gösterir, n , ise çekirdekten başlayarak kabuğun veya yörünge'nin sayısıdır. İlk ve çekirdeğe en yakın kabuk, K-Kabuğudur, bazan iki elektron ikincisi, L-Kabuğu, azami sekiz elektrona kadar taşır, vb. Elektronların miktarı protonların sayısı ve sıra sayısı ile uyum halindedir. Fakat artan elektron sayısı ile beraber bir kabuk ötekenden sonra dolmaz. Hüküm süren yasa burada ayrıca açıklanmayacaktır, çünkü bu ilişkide pek önemi yoktur.

Dalga mekaniği ile ilgili atom modeli atomu biraz daha dakik şekilde açıklar, bu yüzden Fizik ve Kimyada çok kullanılır. Daha ilk bakışta bu model quanta sayılarıyla oldukça karışık görünür. Yalnız bu modelin daha açık olduğunu siz de tasdik edeceksiniz. Bu model "dalga mekaniği ile ilgili"dir, çünkü elektron bir parçacık olarak değil, madde dalgası olarak anlaşılır. Şekil 2 de böylece kendi kendine kapalı duran bir dalgayı bir yüzeyde göstermektedir. Modelde ise üç boyutlu dalga kabul edilir. Dalga karakteri ile beraber Elektron'un bir de parçacık karakteri vardır. Fakat bir parçayı aynı zamanda dalga olarak kabul etmek imkânı olmadığından burada elektronun üzerinde belirli bir hızla hareket ettiği sabit bir yörüngeden söz edilmez ve bir "duruş olasılığından" bahsedilir. Bohr'un atom modelinde herhangi bir zaman noktası için elektronun o anda bulunduğu yeri bildirmek kabildir. Dalga mekaniği modelinde ise belirli bir zaman noktası için yalnız elektronun belirli bir noktada veya belirli bir yerde bulunma olasılığı verilebilir. Bu resimde bir "bulut" (ki buna orbital adı verilir) olarak gösterilebilir. Bulutu en büyük yoğunluğa sahip olduğu yerde, elektrona belirli bir zaman noktasında rastlamak olasılığı da en büyüktür.

Elektronların yörüngesi "Quanta sayıları" adı verilen dört sayı ile belirlenir. Bu modeldeki "düzen prensibi", "Pauli prensibi" dir. Bunun anlamı yörüngeleri stabil olduğu zaman, iki elektronun Quanta sayılarının hiç bir zaman tamamıyla birbirine uymadığıdır.

Şimdi de dört Quanta sayısına geldim. Bir Quant ortaya çıkan en ufak "enerji miktarıdır".



1. Esas Quanta sayısı n , Bohr'un atom modelinde olduğu gibi elektron kabuğunun sayısına uymaktadır.

2. Yan Quanta sayısı l ise yörünge'nin şekli'ni belirler ve $l = n - 1$ ile hesap edilir. $l = 0$ ise elektron kabuğu küre şeklindedir, atom çekirdeği bunun merkezindedir ve bu kabuktaki elektronlara "s-elektronları" denir. $l = 1$ ve p - elektronları için elektron kabukları iki taraflı el güllesi şeklindedir, $l = 2$ ve d - elektronlarında rozet şeklindedir ve nihayet $l = 3$ ve f - elektronlarında birleşmiş bir kaç rozetin bir araya gelmesinden oluşan bir şekil alır. Şekil 3'te de en basit elektron bulutları "Orbital'ler" görülmektedir. Tam bir modelde birçok orbital ve kabuklar birbirini üzerine gelmektedir ki bunları resimde göstermege olanak yoktur.

3. Manyetik veya doğrusal quanta sayısı m , yapay bir manyetik alanla ilişkili olarak elektron kabuğunun yersel durumunu belirtmektedir. Örneğin, el güllesi şeklindeki Orbital'in Koordinat sisteminin x-, y-, ya da z. eksenlerinden hangisine doğru uzadığını gösterir. $m (2l + 1)$ değerleri alabilir.

4. Spin-quanta sayısı s , ya $s = 1/2$, ya da $s = -1/2$ değerlerini alır ve elektronun eksenini etrafında hangi yönde döndüğünü ifade eder. Yani o elektronun eksenini etrafında "sola doğru" mu, "sağa Doğru" mu döndüğünü belirtir.

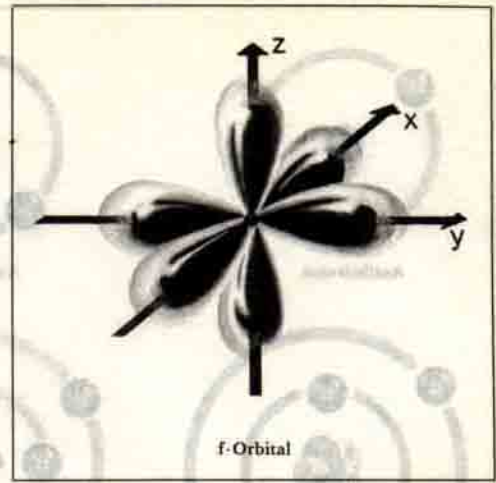
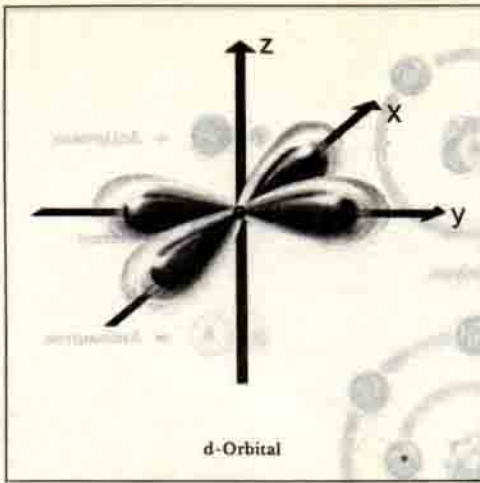
Atom modelleri hakkında söylenecekleri burada yeterli bularak kesiyoruz. Yalnız şunu belirtmek yerinde olacaktır ki, bu iki modelden hiç biri gerçeği göstermemektedir, zira bu insanın anlayışının dışında kalmaktadır. Modeller yalnız büyük bir kesintiliği olan belirli bazı olayları göstermektedir. Bu modellerden başka tamamiyle matematik modeller de vardır, onlar ger-

çeğe çok daha yaklaşırlar, fakat insanın onları tasarlaması kabil değildir.

Maddenin yapısı hakkında bu kadar bilgi verdikten sonra, artık anti maddeye gelebiliriz. Dirac'ın kuramsal düşüncelerine göre büyüklük ve kütle bakımından elektrona uyan, yalnız pozitif yüklü olan yani Proton'un yükünü taşıyan bir ilkel parçacığın var olması gerekmektedir. Gerçekten Anderson 1932 yılında bir kozmik ışımada pozitron adını verdiği bir anti-elektron buldu. İki yıl sonra laboratuvarında bunu kanıtla- mağı da başardı. Enerji bakımından çok zengin ışımalarda kendiliğinden iki parçacık, bir elektron ve bir pozitron oluşuyordu. Aynı zamanda Einstein'ın $E = m \cdot c^2$ denklemi de doğrulanıyordu, zira enerjisi "madde ve anti maddeye yoğunlanıyordu" ve bu olayda tamamiyle simetrik, bakışık cereyan ediyordu, çünkü parçacıklar ve anti parçacıklar aynı zamanda oluşuyorlardı. Bu olaya "Çift oluşma" denir.

Böyle bir pozitron acaba ne gibi bir davranış gösterir? Absolut vakumda o da elektron gibi stabildir, yalnız elektriksel ve manyetik alanlar onu elektron gibi aynı şiddetle, fakat ters doğrultuda etkilerler. Bir elektron ile bir pozitron birbiriyle karşılaşırlarsa, birbirlerini yok ederler ve elektron-positron çift oluşmasına gerekli olan miktar kadar enerjisi serbest bırakırlar.

Positron'un bulunmasından sonra, anti-nukleonların da varoluşları beklendi. Fakat bir proton bir elektron'dan 1836 kat ağır olduğu için bir proton-antiproton çiftinin oluşması için, elektron-positron çiftinin oluşmasına gerekli olan enerjinin 1836 katına lüzum olacaktı (Nötron-anti nötron çiftinin oluşması için ise 1839 kat enerji). Tamamiyle bu matsat için yapılan bir parçacık hızlandırıcısının yapılmasından sonra 1955 yılında ilk defa olarak yüksek enerjili bir

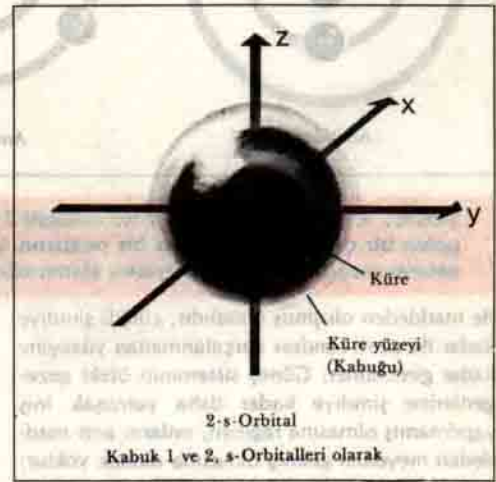


ŞEKİL: 3. Dalga mekaniği Atom modeli. Burada görülen 5 resim en basit elektron bulutlarını "Orbitalleri" gösterir, tam bir modelde bir çok orbital ve kabuk birbirinin üstünde gözükür fakat bunu resimle göstermek olanaksızdır.

proton ışınından bir proton-antiproton çiftinin oluşturulması başarılıdır. Bir yıl sonra da anti nötron kanıtlandı. Gamma ışınlarından ilk yapay çift oluşturması (saf enerji) de 1965'te başarılıdır.

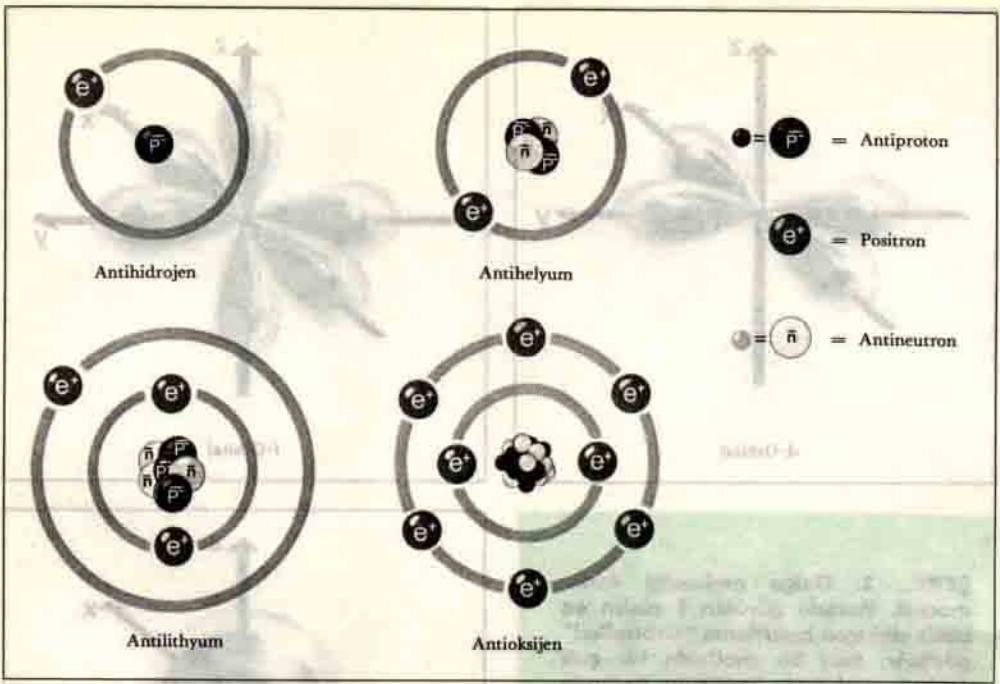
Antiproton'un negatif bir yükü vardır. Bütün öteki özelliklerinde proton'a benzer. Bir proton bir antiprotona rastlarsa, birbirlerini karşılıklı yok ederler. Proton-antiprotondan "mesonlar" meydana gelir, bunlarda derhal başka mezonlara, onlarda tekrar elektron ve pozitronlara dönüşürler ve bunlar da birbirlerini yok ederler. Bu süreçte gamma ışınları ve nötrino'lar serbest kalır. Olayın çok karmaşık olması dolayısıyla burada daha fazla derinliğe gidilmemektedir.

Nötron ve antinötron niteliklerinde belirlenebilecek herhangi bir fark göstermezler, fakat birbirlerini karşılıklı yok ederler. Parçacıklar ve anti parçacıklar birbirlerinin ayna görüntüleri gibidir. Birbirleriyle buluşmadıkları sürece stabildirler, fakat ayna görüntüsüne uygun davranışlar gösterirler. Anti maddenin de var olması mümkündür. Bir pozitron bir anti proton'un etrafında dönecek, (Bohr'un atom modeline göre) böylece bir anti hidrojen atomu meydana gelir. Bir "positron kabuğu" içinde iki anti proton ve anti nötrondan meydana gelen bir çekirdek etrafında bir anti helyum atomu üretirler. Böylece her



elemente bir anti element tasarlamak kabildir (Şekil 4). Bütün atom modellerinden faydalanılabilir, yalnız yerleri değişik yüklerden dolayı aynı görüntüsü durumunda görülmelidir.

Anti maddelerin varoluşu aleyhinde konuşan hiç bir kanıt yoktur. Yalnız burada, dünya üzerinde var olamaz, çünkü böyle bir durumda örneğin anti hidrojen, hidrojenle karşılaşır karşılaşmaz; derhal bir patlama meydana gelecek ve ikisi de birbirini yok edecekler. Madde aynı miktarda (kütledé) anti maddeyle karşılaşınca, her ikisi bir patlama ile yok olacak ve geriye yalnız enerji (ve nötrinolar) kalacaktır. Fakat bir "anti-arz" tabii var olabilir. Madde birikimlerinin yeter derecede büyük bir uzaklıkla bu anti-arz bizim dünyamıza kadar gerçek olabilir. Acaba güneş sisteminde anti maddeden başka bir gezegen var mıdır? Hayır, buna imkân yoktur. Ay herhalde maddeden biraraya gelmiştir, aksi halde insanların aya inmelerine olanak olmazdı. Venüs



ŞEKİL: 4. Anti madde (Bohr'un modeli) 2 anti proton ve 2 anti Nötrondan meydana gelen bir çekirdek etrafında bir pozitron kabuğu içindeki 2 pozitron bir anti helyum atomu meydana getirir, böylece elementin bir anti elementini tasarlamak kabildir.

de maddeden oluşmuş olmalıdır, çünkü şimdiye kadar iki uzay sondesi parçalanmadan yüzeyine kadar girebildiler. Güneş sisteminin öteki gezegenlerine şimdiye kadar daha yumuşak iniş yapılmamış olmasına rağmen, onların anti maddeden meydana gelmiş olmasına olanak yoktur, her şey çünkü bütün güneş sisteminin bir ve aynı "toz sistem" olduğu kuramına uygun gelmektedir. Eğer bir gezegen sonradan güneş sistemine girmiş ve anti maddeden oluşmuş olsaydı, "güneş rüzgârının" (güneşten fıskıran parçacık akımı) gezegene çarptığı yüzeyde bir enerji ışımasının gözlenmesi gerekecekti. Bu ise hiç bir gezegende gözükmemektedir. Bu hususta güvenilir açıklamalar yapmak kabildir. Fakat güneş sisteminin sınırlarında anti maddelerin var oluşu hakkında daha başka bilgiler edinmek olanağı da sona ermektedir. En yakın yıldız (Proxima Centauri) örneğin bir anti yıldız olabilir. Bunu ne kanıtlamak, ne de yalanlamak kabildir, tabii bugün elimizde bulunan imkânlarla.

Bütün yıldızlardan çıkan bir parçacık akımı bütün doğrultulara yayılır, yukarıda söylendiği gibi, güneşte bu güneş rüzgârıdır. Eğer bir madde-yıldız bir anti madde yıldızına göreli yakın bir uzaklığa gelirse, parçacık ve anti parçacık akımı bir sınır yüzeyinde birbirleriyle

buluşmak zorunda kalacaktır. Bu tabii yok olma süreçlerine sebep olacaktır. Fakat buna böyle yörelere de rastlanmıştır, zira onlardan yayılan ışınlar güneşten yalnız bir kaç ışık yılı uzak olsalar bile kanıtlanamazlar. Işıma bizim hassas aletlerimiz tarafından alınamayacak kadar zayıf olacaktır. Tahminler için güneş sistemi dışında hiç bir sınır yoktur. Belki her ikinci galaksi anti maddeden meydana gelmiştir. Belki de her ikinci galaksi grubu anti maddeden oluşmuştur. Belki de bizce bilinen evrenin yarısı anti maddedir. Belki de dünyamızın yanında farkına varamadığımız bir anti dünya vardır.

Bu tahminlerin birinin veya bir takımının doğru olması olasılığı çok büyüktür. Bu enerjinin kütleye dönüşümünde daima aynı miktarda parçacık ve anti parçacık oluşması gerçeğinden çıkarılan mantıkî bir sonuçtur. Sıfır zaman noktasında yalnız enerji bulunduğu ve bundan kütlelen meydana geldiği varsayımı kabul edilirse, o zaman dünyanın yarı yarıya anti maddeden oluştuğu doğrudan doğruya meydana çıkar. Daha başka kozmolojik varsayımlar da "Big-Bang-Hypothese" (dünya dev bir atomun patlamasından meydana gelmiştir), ya da "Steady-State-Hypothese" (Uzay daima aynı miktar kütle ile doludur, patlama yüzünden