



Fiziğin henüz normal saatten ayırı edemediği tersine saat. Temel kanunlara göre, gelecek ile geçmiş aynı değerdedir.

Bütün uluslarda eskiden beri kalan bir deyişme göre, zaman ve akan su, kimseyi beklemez, oysa, deniz bâzen kabırır, bâzen alçalır, zaman ise, hep aynı yönde akar gider. Zaman, sonsuzluk içerisinde çıkarak, geçmişten geleceğe doğru yürürken, hâli hazır noktasında bir durak yapmaz ve aslında, içerisinde bulunduğumuz an, sabit olmayıp, ileriye doğru gidişin devamıdır. İnsanın anlayışına göre zaman, geriye dönmeyen bir unsurdur. Oysa fizik kanunları, zaman akışının yönünü böyle tanımamaktadır. Öyle ki, astronomi formülleri ile, bir güneş tutulmasının gününü ve saatini veya, herhangi bir kuyruklu yıldızın geçiş dakikasını ve saniyesini önceden tesbit mümkün olduğu gibi, bunun tersine, meselâ Mısır firavunları zamanındaki bir dolunayın tarihini ve gününü de hesaplayıp tesbit etmek mümkündür.

Yaşayan ve canlı olanla, cansız olanı birbirinden tamamiyle ayıran acayip bir ikillik vardır. Canlı olan, hareketli bakımından simetrik değildir, tek taraflıdır. Oysa, cansız olan birşey, zaman itibarıyla geriye yürütülebilir, geride kalmış başlangıç noktasına kadar götürülebilir.

Fizik olaylarının temellerini anlamamıza yarayan kanunlar, zamanı gösteren okun ucunun hangi yöne baktığına özel bir önem vermez. Bu-

**zamanı
geri yürütmek
mümkün mü?
teorik olarak,
evet!**

nunla beraber, bu okun ucu bize ileriye, yani geleceğe doğru yönelmiş gibi gözükür ve gelecek üzerine işlem yapmamızı bize telkin eder. Oysa, artık olup bitmiş ve geçmişe dönmeği düşünmeyiz.

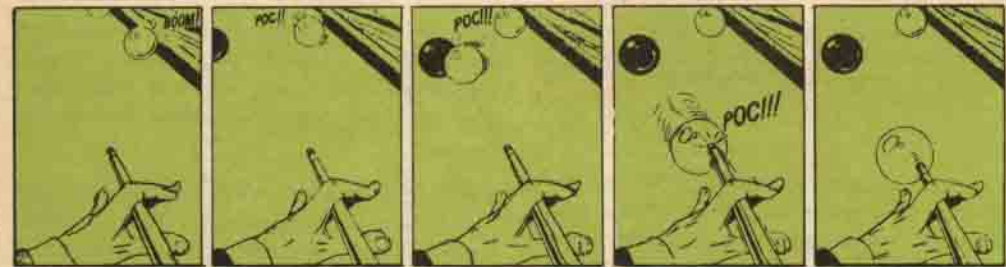
Bir fizik olayının ilerisi, yani geleceği, geçmiş kadar sabittir ve böylece, fizik kanunları, zamana nazaran simetrikler. Güneş, nasıl dün doğdu ise, yarın da aynen öyle doğacaktır. Uzaydaki cisimlerin hareketlerinde, geçmiş ile gelecek birbirinin benzeridir. Ağaçtan koparak yere düşen bir elmanın hareketi de önceden hesaplı ve mälumdur. Görüldüğü gibi, Tabiat, zamanın akış yönü ile fazla ilgilenmiyor, sağ ile sol ne ise, dün ile yarın da odur. Tabiat, bunlar arasında bir fark görmemekle beraber, son araştırmalara göre, jirasyon, yani dönme hareketinde, bizler kadar yön tanımaktadır.

Bu işler üzerine incelemeler yapanların karşısına şöyle bir sorun çıkmaktadır: her şey hesaba katılırsa, Tabiat, bizim gibi, geçmiş (mâzi) anlamına sahip değildir. Başka bir deyişle, problem şöyle bir şekilde ortaya çıkıyor: fizik kanunları, zamana nazaran gerçekten simetrik midir ve olaylar ister geleceğe veya ister geçmişe doğru aynı tarzda mı cereyan eder? Teorinin oldukça ince olan bu noktasını incelemeye önce, fiziğin zamana verdiği müsbet veya menfi değerlerin değişmez kanunlarının önemini gözden geçirmek uygun olur ve ayrıca, fizikçilerin genellikle simetriye neden bu kadar ilgi gösterdiklerini araştırmak yerinde olacaktır.

BİLARDO BİLYALARI, GELECEĞİ VE GEÇMİŞİ TANIMİYORLAR



Oyuncu, beyaz bilyayı sürüyor. Bu da, gidip siyah bilyaya çarpıyor. Sonra, ikinci bir beyaz bilyaya çarpıyor. Bu olay filme alınmıştır.



Şimdi, filmi tersinden seyredelim. Beyaz bilya geri geliyor, siyah bilyaya çarpıyor ve hareketini isteka'nın ucuna çarparak tamamlıyor. Mantık bakımından, bu olay, önceki olay kadar fizik kanunlarına uygundur. Eğer isteka'nın ucu, filmi seyredenin gözünden saklanırsa, seyirci için farkında olmayacaktır.

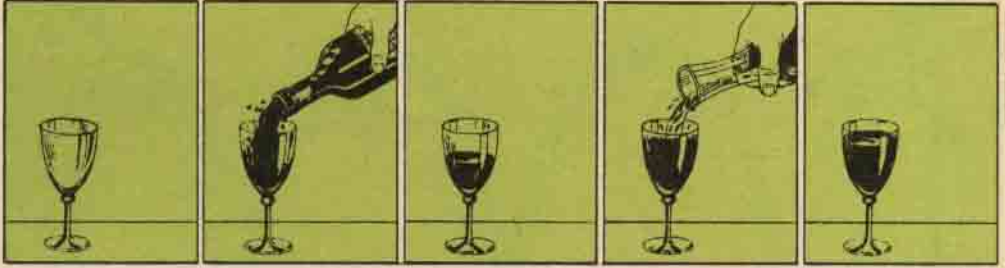
Yukarda, gerek ileride olacak ve gerekse geçmişte olan Ay veya Güneş tutulması olaylarından söz açmıştık. Genel olarak, uzaya ait bütün mekanik, düzüne işlediği gibi, tersine de işler. Meselâ, Saturn gezegeninin kiral Kısa Pepin'in taş giydiği gündeki mevkiini hesaplayıp bilmek ne kadar mümkünse, bu gezegenin veya her hangi bir yıldızın geçmiş her hangi bir gündeki mevkiini ve durumunu da hesaplayıp bulmak da aynı derecede mümkündür. Diyelim ki, bir darbe ile, uzaydaki bütün gezegenlerin yörüngeleri üzerindeki hareketlerinin ve onların kendi eksenleri etrafındaki dönüşleri yönlerinin tersine değişmesi sağlanmış olsun. Ve sonra bunları, serbest bırakarak, çekim ve itiş kanunlarına göre harekete terk edelim.

Kanunların zamana nazaran değişmediği prensipine dayanarak diyebiliriz ki, bu suretle

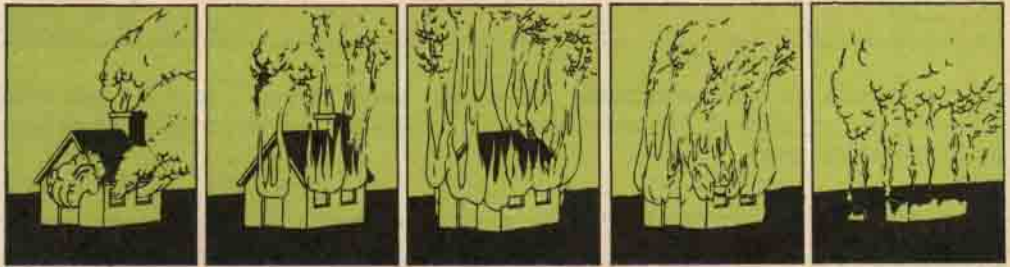
harekete geçecek olan gezegenler, ters yöndeki bu hareketlerinde, gene aynı yörüngeyi izleyecekler ve böylece, zaman bakımından gerisi geriye dönmüş olacaklardır. Güneş etrafında dönen gezegenlerin hareketlerine dair fizik denkleminde düz veya ters yön için bir kayıt yoktur.

Daha kolay ve daha basit bir örneği bilardo topları üzerinde görebiliriz. Birkaç bilyanın birbirlerine çarpışlarını filme alalım ve sonra bu filmi tersine döndürelim. Bilyalar arasındaki bu elastik çarpımlar zamanın akış ve geçiş yönünden bağımsızdır ve filmi ister başından, ister sonundan çevirip bakalım, her iki halde de olaylar mekanik kanunları bakımından aynı derecede uygun ve mantıktır. Filmli seyir eden bir fark görmeyecektir. Diyelim ki, perdede şöyle bir manzara görünüyor: bir bilya, bilardo masasının sağ köşesinden harekete geçerek ortada duran

SU VE ATEŞ, DÜN İLE YARIN ARASINDAKİ FARKI BİLİYOR VE TANIYOR



Bu olay basit ise de, geriye çevirilemeyecek niteliktedir. Bir kadehe önce şarap konmuş, sonra üzerine su ilave edilmiştir. Şimdi, şarabı kadehte bırakıp, suyun tekrar silahiye girmesi bir sihirbaz oyunu olur. Ne var ki, teori buna karşı değildir.



Ateşin, yaktığı bir evi tekrar kurması hiç bir zaman görülmemiştir. Bu yangın olayı filme alınıp sonra tersine seyredilirse, acayip ve mânasız bir olay karşısında kalacağız. Bununla beraber, böyle bir duruma karşı çıkacak olan, fizik kanunları değildir. Bunun karşısına, ihtimaller kanunu dikilir. Tersine seyredilecek filmde görülecek manzara, ihtimal bakımından çok muğlak bir şeydir.

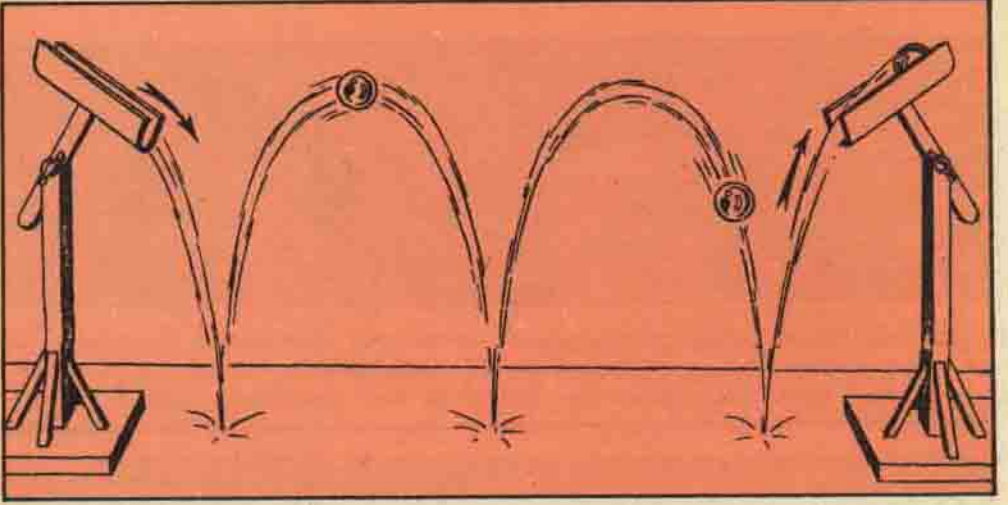
başka bir bilyaya çarpıyor ve onu masanın sol köşesine yürütüyor ve bu bilya masa kenarındaki tampona vurup orada duruyor. Şimdi, filmi tersine çevirirsek, göreceğimiz manzara şöyle olacak: masanın sol köşesinden hareket eden bir bilya, ortada duran bilyaya çarpacak ve duracaktır, çarpılan bilya ise, masanın sağ köşesine gelsektir. Böylece, gerek doğrusuna ve gerekse tersine cereyan etmiş olayların her ikisi de gerçektir ve filmi gören birisi, film alındığı zaman gerçek durumun ne olduğu hakkında bir karar veremeyecektir.

Zamana nazaran bu simetri fiziğin bütün kanunlarında vardır ve bu konu, Newton'dan bu güne kadar Kuantum mekanığı teorilerinde izah edilmektedir. Böyle olmakla beraber, her günkü hayatımızın olayları, çoğunlukla zamana nazaran tamamen asimetriktir. Mesela, yerden kalkan bir

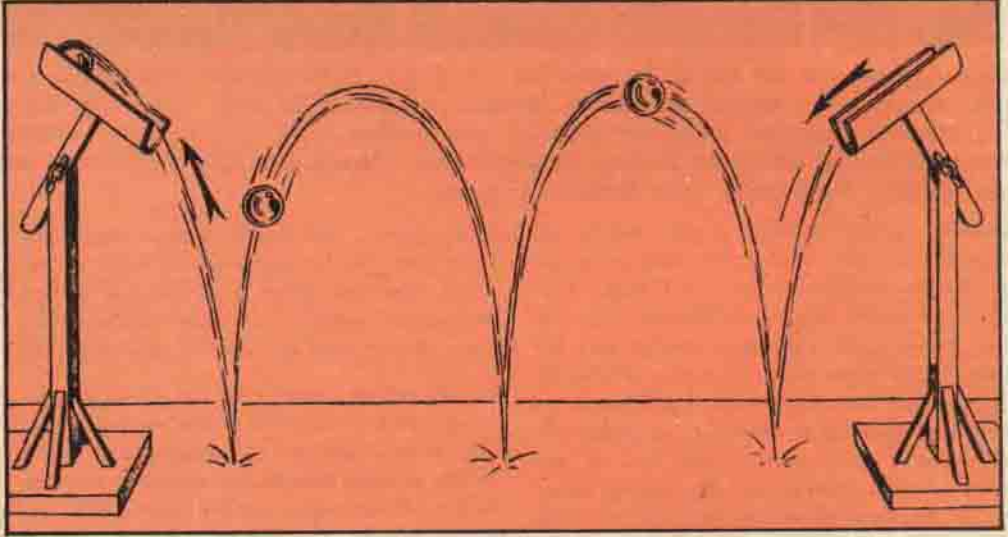
uçanın, eksozu, geri emerek, kuyruğu ileri olmak üzere gelip yere konduğunu kimse henüz görmemiştir. Böyle bir durum anlamsızdır ve simetri kanunlarına rağmen, içerisinde bulunduğumuz âlem, zamanın belli bir yönünde gelişmektedir.

Bu çalışma, gerçek yüzü ile, ele alınan işlerin ve konuların inanılmaz şekilde muğlak (kompleks) olmalarından ileri gelmektedir. Şimdi, tekrar bilârdö masasına dönelim. Altı tane bilya alalım ve bunları bilârdö masası üzerinde topluca, bir daire şeklinde dizelim. Yedinci bilyayı, bunlara çarptıralım. Toplu halde bulunan bilyalar, çeşitli yönlerle yürüyüp dağılacaklar. Ve bu esnada, durumu filme alalım. Sonra, filmi tersinden çevirip görelim. Göreceğimiz manzara şu olacaktır: çeşitli yönlerden gelen bilyalar, tümü ile masanın üzerinde bir dairesel küme halinde toplanıp duracaklardır. Tam bu sırada, onlara çarpmış olan yedinci bil-

ELASTİK BİR SİÇRAMADA GEÇMİŞ VE GELECEK YOKTUR



Çelik bir bilyanın bir oluktan dümdüz bir mermer yüzey üzerine düşmesi, çok basit bir fenomendir ve zamana nazaran tamamen simetriktr. Bunu görüp inanmak için, olayı filme almak yeter.



Ve sonra, filmi tersine seyrediniz. Şimdi bilya geri geliyor, siyah bilyaya çarpıyor ve yüzeyden sıçrayacak, ve sonra soldaki oluğa düşecektir. Ancak, tecrübeli bir fizikcinin gözü, gelişteki yüksekliğin, çıkışdakinden hafifce fazla olduğunu farkedebilir.

yanın bu kümeden ayrılarak köşeye gideceğini göreceğiz. Göreceğimiz bu olay, bize imkânsız gibi gelecektir, çünkü gerçekten olacak gibi değildir. Böyle bir durum ve olay, ancak bir teori niteliğinde kalır. Hepimizin başından geçen bir olay üzerinde duralım: büküp toparlak şekle soktuğumuz lüzumsuz bir kâğıt parçasını, sepete atarken, bu toparlak kâğıt, sepete düşmüyor, sıçrayıp masaya geliyor, burada bir kitap üzerinde yuvarlanıyor ve sonra, masada duran bir su bardağının tam ortasına düşüyor. Böyle bir olayın bir daha aynen tekrerrür etmesi elbet, pratik olarak mümkün değildir.

Önemle şunu dikkate alalım ki, bilya misali, fizik kanunlarına hiç de karşı değildir. Ancak, gerçeğe veya başka deyimle, olay ihtimaline uygun değildir. Muğlak ve karışık bir olay da, mesela, kimyasal bir reaksiyondur ki burada bir çok partiküller işe karışır ve olay, zaman bakımından muayyen bir yön izler. Diğer taraftan, işe karışan elemanların sayısı azalınca, bu yön kaybolur. Burada, termodinamik kanununun bir prensibi etkili olmaktadır. Bu temel prensibe göre, düzenli bir sistem, daima düzensizliğe doğru gelişme gösterir veya, daha sahih bir deyimle, içinde bulunduğu düzensizlik derecesini daha da arttırmak yolunda gider.

Gittikçe işi tesadüfiye götüren böyle bir gelişme, yani evolüsyon, zamanın yönünü tayin etmektedir. Daha kısa bir deyimle, zaman, çaresiz olarak kargaşalığa, düzensizliğe doğru akıp gitmektedir.

Eğer, zamanın tersine giden bir âlemde imkânsız olan herhangi bir şey olmasa, gene bununla beraber, böyle bir âlemin varlığı büyük ölçüde ihtimal dışındadır, çünkü böyle bir durum, gayet muğlak olan termodinamik kanunlarına uygun düşmemektedir. Bu, hatırdta tutulması gereken önemli bir şeydir. Tekrar şuna da işaret edelim ki, bu kanunların dışında, teorik olarak bir engel yoktur.

Fiziğin temel prensiplerinin bu tarafsızlığı veya kayıtsızlığı, zaman anlamı konusunda, bir simetri örneğidir ki bu da, doğrusal her olayın temelini teşkil eder. Daha açık bir deyimle, bizim tabii kuvvetler hususundaki anlayışımızda büyük bir rol oynayan üç simetriden birisidir. Bu üç simetri fizikçiler tarafından ve genel olarak P, C, T rumuzlarıyla işaret edilmiştir.

Bunlardan P eşitlik veya çiftlilik anlamındadır. Mesela, doğrudan doğruya gördüğümüzle, bir ay-nada gördüğümüz arasında bir fark var mıdır? Burada, bilinmesi istenen şudur: Tabiat, sağı soldan ayırıyor mu? Yansıma sebebiyle, birisi ötekisinin tersidir. Aynı suretle, şöyle bir sorun da ortaya çıkar: Tabiat, çift yüklem denen operasyona nazaran simetrik midir? Bu operasyonda, elektrik yükü taşıyan partiküllerin artı-eksi işaretleri tersine değiştirilmektedir. Daha basit bir deyimle, bir gece yarısı, bütün elektrik yüklemeleri (şarjları) tersine değiştirilirse, kimse bunun farkına varır mı, bir şeyler görür mü?

Fizik bakımından, durum şöyle mütalaa edilir: acaba Tabiat, âlemi karşı âleminden ayırıyor mu?

Üçüncü simetriye gelince, bizi şimdi ilgilendiren sorunun tâ kendisidir bu: acaba Tabiat, ve onun kanunları, zamanın akış yönü ile ilgisiz midir? Bu sorulara önem veren sebep, Yang ve Lee adındaki bilginlerin on iki yıldan beri yapmakta oldukları araştırmalardır ki bu da, K meson'unun parçalanması ile ilgilidir. (Meson K, kozmik ışınlar-da bulunan ve elektron ile proton arasında yer alan elemanter bir partiküldür). Gerek bu araştırma ve gerekse bundan sonraki araştırmalar, eşitlik veya çiftliliğe zoraki riayet edilmediğini, ve Tabiatın bazı hallerde sağı ve solu ayırt ettiğini göstermiştir. Fizik bakımından, bu bir devrimdir. Bunun ne demek olduğu tasavvur edilebilir, böyle bir asimetri (simetrisizlik) için günlük hayattan bir örnek ele alabiliriz: bir otomobilin sağa veya sola dönmesi, aynı şey değildir.

Daha da sonra yapılan inceleme ve araştırmalardan anlaşıldığına göre, Tabiat yalnız eşliği ve çiftliliği değil, her defasında yüklemelerin (şarjların) birleşmesini de bozmaktadır. Böyleyken, CP çarpımı değeri, bozulmamış ve simetri muhafaza edilmişti. Ancak, beş yıl önce daha derin incelemeler yapıldı ve GP çarpımını bozmak mümkün olduğu anlaşıldı. Öyleki, C veya P ayrı ayrı, veya sıra ile değer değiştirebilir. Bu da şunu tasdik ediyor ki Tabiat, tüm anlamile, değil yalnız sağı ve solu, hatta maddeyi gayri maddeden ayırt etmeği biliyor.

Buradan gene anlaşıyor ki Tabiat, dün ile yarın, geçmişle gelecek arasındaki farkı da biliyor. Bu fark, bizler için besbelli ise de, fizik âlemi için hiç de öyle değildir. Bütün araştırmacılar,

CPT adı verilen teoremi geçerli ve olumlu görmekte fikir birliğine varmışlardır. Bu teoreme göre, üç temel simetri tersine yöneltildiği halde, fizik kanunları gene de özdeş, aynı kalmaktadır. Başka bir deyimle, eğer fezadaki bütün koordinatların yönü tersine değiştirilirse, bütün elektrik yüklerinin artı - eksi işaretleri de değiştirilirse, ve zaman tersine çevrilirse, matematik denklem gene de geçerli kalacaktır. Kısacası, bütün işaretlerin değişmesiyle, denklem değişmeyecektir.

Bu simetri kabul edilince, görülüyor ki eğer CP çarpımı bozulursa, T değeri de bozulur. Ve bunun içindir ki bütün dünyanın araştırmacı bilgileri, Tabiat için zamanın asimetrik olduğunu isbat edebilecek denemeler yapmaktadırlar ve bu çalışmalar, fizik âlemini insanın anlayabileceği sınırlar içersine sokabilecektir.

Araştırmalar, her halde mümkün olduğu kadar sağlam temellere dayanmalıdır ve başlangıçta, partiküller arasındaki karşılıklı etkiler konusu ele alınacaktır. Burada, üç tabii kuvvet için içersine girecektir. Bunlar da, kuvvetli, karşılıklı nükleer etkileri, yüklü partiküller arasındaki elektro-manyetik karşılıklı etkiler ve parçalanma (dezintegrasyon) hadisesine etkisi olan zayıf karşılıklı etkilerden ibarettir. Tabiatın dördüncü büyük kuvveti çekimin burada rolü olmayacak. Kuvvetli nükleer etkiler veya, elektro-manyetik kuvvetlerin analizi için uygulanan en iyi ve en emin yol, etkinin sonuçlarını ölçmek ve sonra, zaman tersine işletildiği takdirde elde edilecek sonucu, önceki ile mukayese etmektir. Başka bir deyimle, A ve B değerinin, X ve Y değerine münce olduğu deneme ile, bu defa, tersine bir reaksiyonla X ve Y değerinin A ve B değerine münce olduğu deneme sonucunu karşılaştırmaktır. Uygun koşullar altında, böyle bir etüd, zamanın tersine akışını temsil eden bir durumu ortaya koyar.

Kuvvetli karşılıklı etkiler ve elektro-manyetik ilişkiler üzerine yapılmış olan bu tip bütün denemeler, zaman akışının mecburi yöne uydugunu göstermişti ki bu yön de, kasık bir geçmişten daima şüpheli olan bir geleceğe doğru gitmektedir. Yapılan ölçmelerin sahililik dereceleri, kanunların zamana nazaran simetrisini inkâr ettirebilecek yeterlikte değildi. Böyle olduğu için, hiç bir şey henüz tümü ile isbat edilememiş ise de, bununla beraber, zaman simetrisiz prensibi, şimdiki ölçmeler çerçevesi içersinde, gene de geçerli kalmaktadır. Şunu da hatırla tutmalıdır

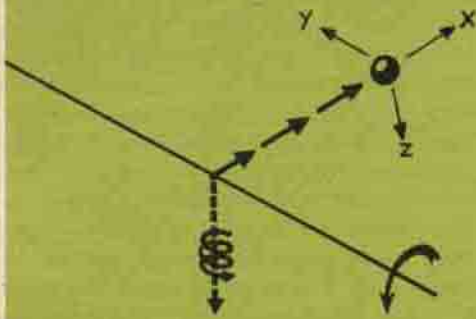
ki, bir çok hadiseler, eski prensiplere uygun kalmaktadır, çünkü daha üstün sahililikle ölçmeler yapabilmek basamağına henüz ulaşamamıştır.

Böylece, araştırmacı bilgileri için açık kalan yol, zayıf interaksyonlar konusu üzerine saldırmaktır. Bunun da noksanı tarafı şudur ki, tersine reaksiyonlar eylemi tatbik edilemeyecek, çünkü bu eylem burada pratik olarak kullanışlı görülmeyecektir. Oysa, zayıf irtibat kuvvetleri, eşliğinde değişmezliğini ve aynı zamanda çift şarjların değişmezliğini tanımayan kuvvetlerdir. Bunun için, böyle kuvvetlerin, zamana nazaran simetriyi de tanımadıklarını ve bunu zorladıklarını düşünmek yerinde olur.

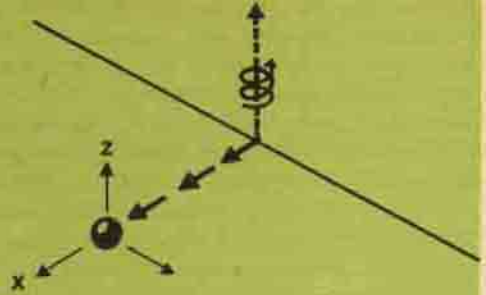
Amerikalı bilginlerden Overeth, bir partikülün parçalanmasından itibaren süregiden olayları ortaya koymuştu. Bunun üzerinde durmaya değer. Elektrik bir şarj taşımayan ve nötr olan bu partikül, nitelik değiştirerek bir proton ve bir meson haline girmektedir. Burada, olayın tersine işletilmesi, teorik olarak mümkün olsa dahi, işin içersine giren enerji o kadar küçük ve mikroskopiktir ki, onu hiç bir zaman meydana çıkarmak mümkün olamamıştır. Fizikte her vakit olduğu gibi, küçük bir hıyile veya mârifete başvurmak gerekmişti ki bu da, bir partikülün kinetik momentumu (spin'i) ile ilgilidir. Bu spin veya kinetik momentum, partikülün kendi eksenini etrafında dönüşünden doğmaktadır. Bu döner harekete bir de bir vektör (ok) ilâve ve işaret edilir ki bu okun ucu da, eğer dönüş sola doğru ise, yukarı bakar, sağa doğru ise, aşağıya bakar. Şimdi, bir partikülün parçalanışını (dezintegrasyon'unu) ele alalım, ve diyelim ki, vektörün ucu da yukarıya doğrudur. Buna göre, spin vektörü ile doksan derece bir açı teşkil edecek bir proton üreyecektir ve her hangi bir yön izleyecek, ki bu da, diyelim sola doğru olsun (şekle bakınız). Bu protonun kendine mahsus dönme hareketi ve spin'i vardır, oysa, yönü belli değildir. Bir an için, bu proton'un, birbirine doksan derece olan x, y, z eksenlerine nazaran bir koordine izlediğini kabul edelim ve başlangıç noktası da, protonun kendisi olsun. Bu durumda, x ekseninin yönü, protonun hareket yönü ile aynı olacak; z eksenini, partikülün spin vektörü ile aynı yönde bulunacak; ve z eksenine gelince, o da diğer her iki eksene dikey olacaktır.

Denemeler yapmak yolu ile, her üç bileşkenin değerini bulmak mümkündür. Ve gerçekten, bir karbon hedefe çarpan protonlar, sağdan ziya-

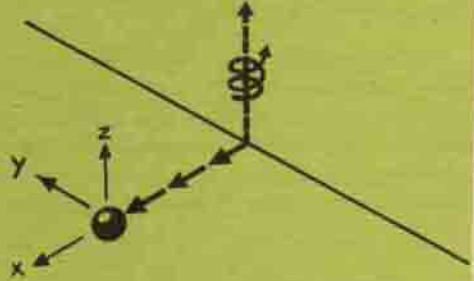
ATOMİK UNSURLAR ZAMANIN YÖNÜNÜ BİLMİYORLAR



Şimdi zaman tersine çevrilmiş olsun. Spin aşağıya yönelmiş, proton sağa çıkmış ve onun yönlü bileşkeleri x, y ve z dir.



Dönüş helezonu yukarıya yönelmiş bir partikülün parçalanmasını ele alalım. Bir proton, sola doğru atılmış, onun döner hareketinin bileşkeleri x, y ve z dir.



Şekli, kendi eksenini etrafında 180 derece çevirelim. Şimdi bu şekil, yukardaki birinciyle kıyas edilebilecek durumdadır.

Ancak, görüldüğü ki, y vektörü yön değiştirmiştir.

de sola doğru dağılıyorlar ve bunların kendi eksenleri üzerinde dönüş yönlerini böylece meydana çıkarabiliriz. Ve şimdi, eğer aynı deneyi zamanın tersine yaparsak, yani hâli hâzirdan geçmişe doğru gidersek, partiküllerin bütün hareketleri tersine işler. İlk defasında sola doğru çıkış yapan proton, bu defa sağa doğru çıkar. Döner hareket vektörleri de tersine çevirilmiş olur. Partikülün vektörü, şimdi aşağıya bakmakta ve protona ait olan üç vektör de tersine yönelmiştir.

Birisi, zamanın ileriye ve geleceğe doğru gittiğini, ötekisi de, zamanın geriye ve geçmişe doğru gittiğini gösteren iki şema, birbirleriyle pek o kadar kıyas edilemez. Oysa, zamanı tersine gösteren

şekil, kendi eksenini üzerinde 180 derece döndürülürse, birinci şeklin bir benzeri olur. Burada spin oku yukarı bakar, proton sola doğru çıkış yapar, x ve z eksenlerinin yönleri eskisi gibi kalır ve yalnız y eksenini tersine olur. Birinci halde bu eksen sağa, ikinci halde ise sola gider. Eğer Tabiat bir tercih yapmaz ise, ve eğer kanunlarda simetri var ise, zaman ileriye de gitsen, geriye de gitsen, karşılıklı bu iki bileşken birbirile denkleşmelidir. Yani, binlerce partikül üzerinde yapılan denemeler, y için ortalama değeri sıfır olarak vermektedir. Böyle olmazsa, zamana nazaran simetri gerçekleşmemiş olur. Bütün bu işler çok büyük ölçüde basitleştirilmiş olarak izah edildi ise de,