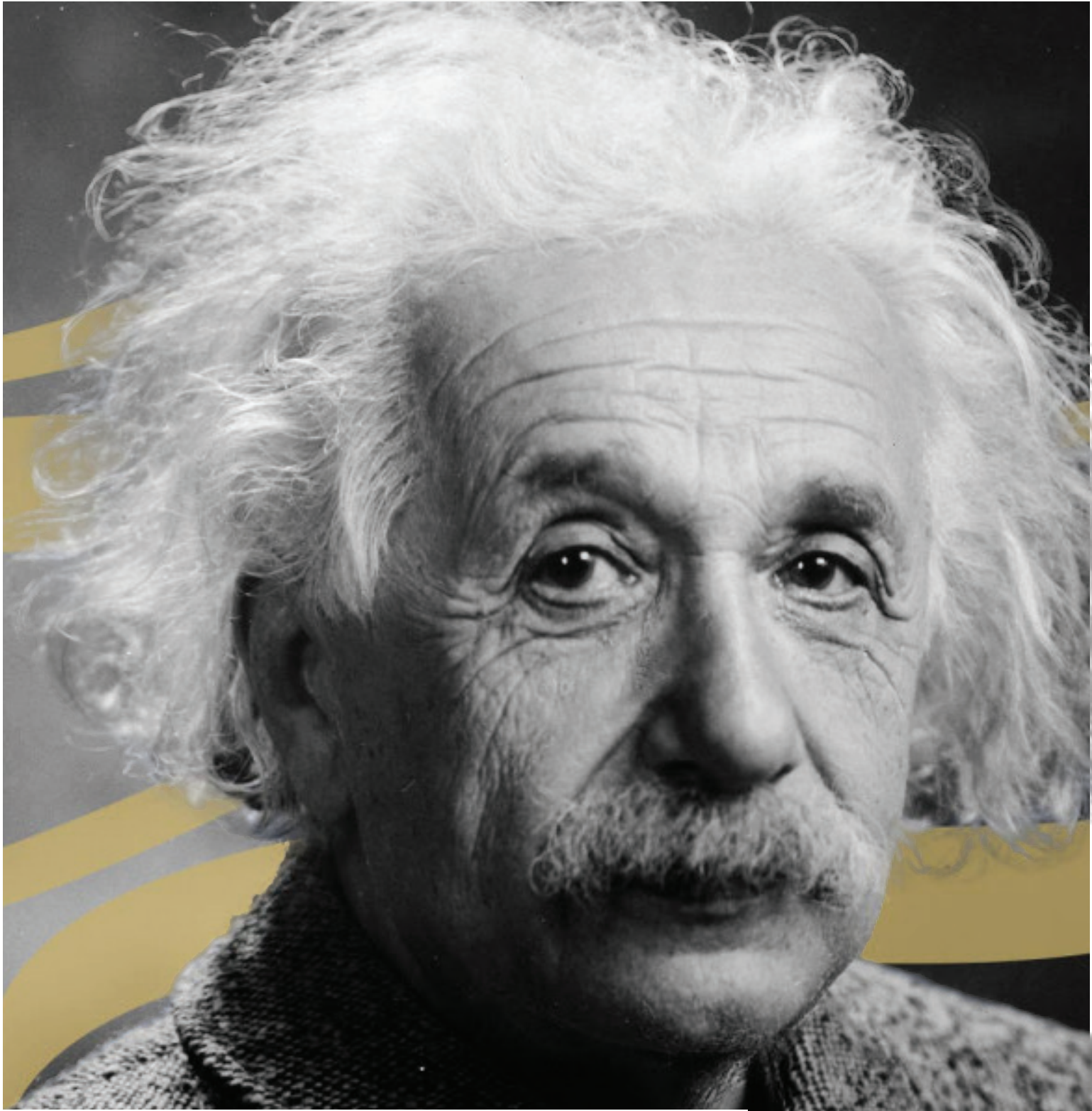




ALBERT EISTEIN

III. ÖZEL GÖRECELİK 1905

Dr. Merve Çalışır ve Dr. Adil Denizli

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

EINSTEIN ÖZEL GÖRECELİK HAKKINDA İLK KEZ YAZDIĞINDA, BİLİM CAMİASINDAKİ ÇOK AZ KİŞİ BUNU ANLADI VE ÇOK DAHA AZI ONA İNANDI. HAKKINDA ŞAKALAR BİLE YAPILDI.

BU, TEORİSİNİ İLK KEZ AYRINTILI OLARAK OKUDUĞUNUZDA OLABİLECEK BİR ŞEYDİ. BU YÜZDEN FİKİR BİRAZ ÇILGINCA GELİYORSA ENDİŞELENMEYİN, YALNIZ DEĞİLSİNİZ.

Einstein'ın doğru olduğunu kanıtlamak, fizikteki en parlak akılların bile yıllarını aldı. Bu bölümün amacı Özel Görecelik Teorisi'nin ne söylediğini size anlatmaktır. Şu anda inanmıyorsanız, endişelenmeyin.

BU KADAR ÖZEL OLAN NE?

Özel Göreceliğin neden "özel" olduğunu merak edebilirsiniz. Başlangıçta, Einstein sadece bir tür harekete baktı - bir parkur boyunca yuvarlanan bir tren gibi basit, düz çizgi hareketi. Tren sallanmadı, dönmedi, fren yapmadı veya hızlanmadı; sadece yoldaydı. Bu trenin içinde, pencereleri kapalıyken otursanız, hareket ettiğini bile bilemezsiniz. Bu tür bir hareket "özel" bir durumdur. Ve dürüst olmak gerekirse, nadiren bir şey bu şekilde hareket eder.

Einstein ilk görecelik hakkında yazdığına mümkün olan en kolay, en temel hareket türünü seçti. O zamanlar buna özel bile demiyordu, bu terimi genel teorisi hakkında yazmaya başlayana kadar kullanılmadı.

GÖRECELİ

Öyleyse Einstein "görecelik" terimi ile ne anlama geliyor? Hareketin, sadece bir nesneyi diğerine göre karşılaştırarak açıklanabileceğini söyledi. Tekrar pistteki tren vagonunun içinde olduğunuzu düşünün. Perdeyi geriye doğru kaydırdığınızda kırların yuvarlandığını göreceksiniz; alttaki zemine göre hareket ediyorsunuz. Şimdi ilk düşünce denemenizin zamanı geldi.

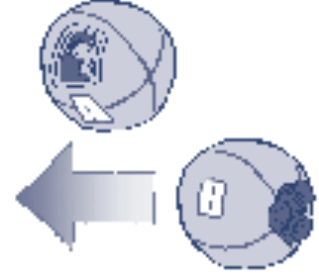
Einstein tüm hareketlerin göreceli olduğunu belirtti. Bu yeni bir düşünce değildi - Newton da aynısını söyledi. Einstein'ın ifadesini benzersiz kılan şey, evrende bir "mutlak dinlenme" yeri olmadığını söylemesiydi.

Birçok fizikçi, ışığın içinden geçtiği gizemli bir ortamı olan eterin bu mutlak dinlenme durumunu tanımladığına inanıyordu. Evren geniş bir eter okyanusuydu. Eter içinde geziniyorduk ve ışık dalgaları her yerdedi.

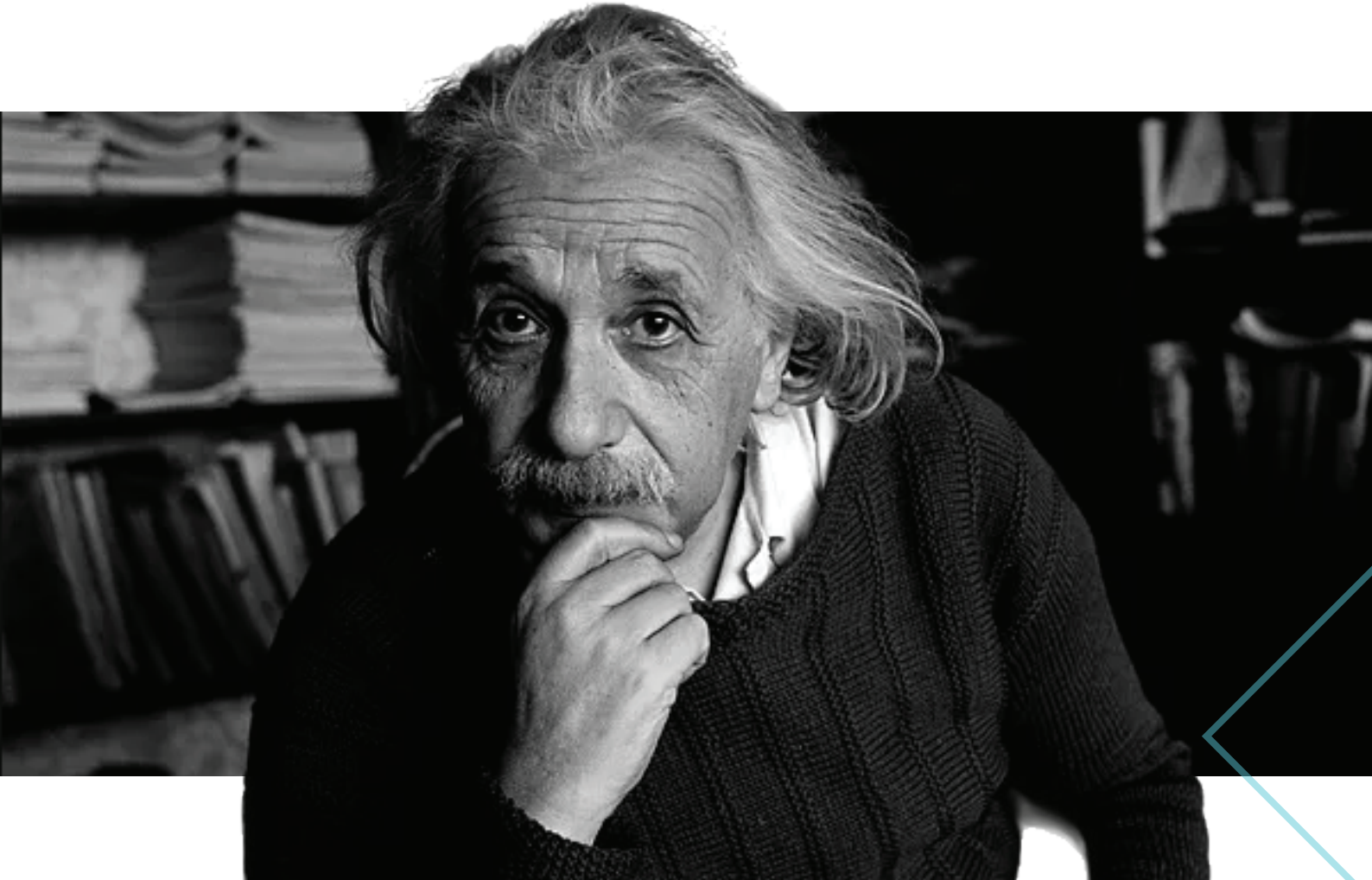
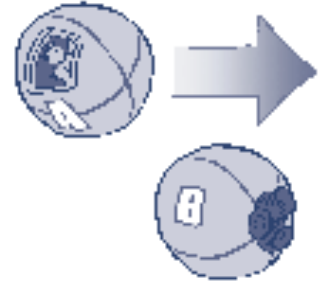
Hayır, dedi Einstein. Hiç eter yoktur. Hareket yalnızca iki "referans çerçevesi" birbiriyle ilişkilendirilirken tanımlanabilir. Yu-

karıdaki düşünce deneyinde ilk referans çerçevesi uzay kapsülü-Kapsül A'ydı. İkinci referans çerçevesine de-Kapsül B diyelim. Kapsül B'nin geçtiğini gördüğünüzde hangi kapsül hareket ediyordu?

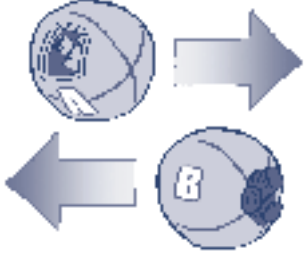
Kapsül B uçarken hala oturduğunuzu düşünmüş olabilirsiniz.



Kapsül A'da uçup giderken Kapsül B'nin hala olduğunu düşünmüş olabilirsiniz.



Ya da belki ikinizin de hareket ettiğinizi düşündünüz.



Gerçekte söyleyebileceğiniz en iyi şey, iki referans çerçevesi olan Kapsül A ve Kapsül B'nin birbirine göre hareket etmeleridir. Bir düşünce denemesinde görebileceğiniz veya hayal edebileceğiniz gibi, aslında hareketi kullanmadan tanımlamak zordur, hatta imkânsızdır. Yakında göreceğiniz gibi, zaman kavramını tanımlamak da zordur.

NE ZAMAN OLDU?

Yağmurlu bir günde evinizin içinde olduğunuzu ve pencerenizden ön bahçedeki ağaca baktığınızı varsayalım. Aniden bir flaş gördünüz ve bir yıldırım ağaca düştü. Ertesi gün arkadaşınıza ne gördüğünüzü söylersiniz ve arkadaşınız size "Ne zaman oldu?"

diye sorar. Saate baktığınızı hatırlıyorsunuz ve "Saat 16:02'de oldu" diyorsunuz.

Ama saat 16:02'de gerçekten düşmüş müydü yoksa siz mi bu sonuca vardınız? Şimşek çaktı ve saat 16:00'da saate baktınız. Saatin kollarının pozisyonu ve şimşek işareti eşzamanlıydı, bu yüzden o anda çarptığı sonucuna vardınız. Einstein sizinle aynı fikirde değildi. İki olayın eşzamanlı olduğu algısının kanıtlanamayacağını söylerdi. Eşzamanlılık algınız referans çerçevenizle göreceli idi. Özel Görecelik Teorisi üzerine yazdığı makalede bunun nedenini göstermek için bir düşünce deneyi anlattı.

Einstein'ın teorisine göre, siz ve trendeki kişi şimşeklerin aynı anda yere çarptığını kabul edemezsiniz. İşte nedeni. Işık vuruları arasında eşit mesafede dururken, flaşları aynı anda göreceksiniz. Işık hızı her iki flaş için de sabittir ve aynı mesafeye giderler, böylece flaşları aynı anda görürsünüz.

Bununla birlikte, trene binen kişi gözlediğinizle aynı fikirde olmayacak. Ana vagonun yakınındaki flaşı görmeden önce motorda flaş görecektir, çünkü ışığın ona ulaşması için, motor flaşına yaklaşması ve ana vagon flaşından uzaklaşması gerekir.

ZAMAN VE HAREKET

Einstein'ın eşzamanlılık düşünce deneyi, iki farklı referans çerçevesindeki iki kişinin zaman kavramı üzerinde anlaşmasının imkânsız olduğunu gösterdi. Ama durum daha da garipleşiyor. Özel Görecelik Teorisi'ne göre, iki farklı referans çerçevesindeki iki kişi zamanın ne kadar hızlı ilerlediğini noktasında da anlaşılamaz. Bir kişi için bir saat, diğeri için bir saat ile aynı olmayabilir.

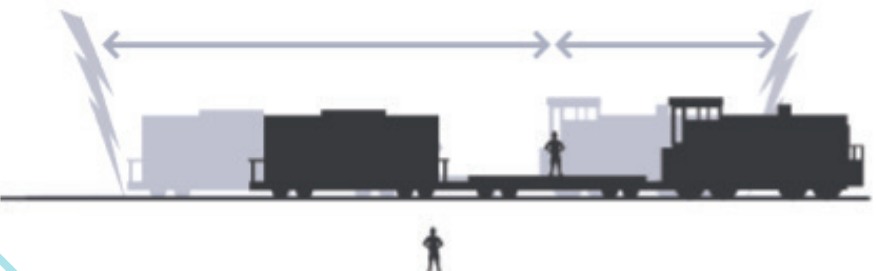
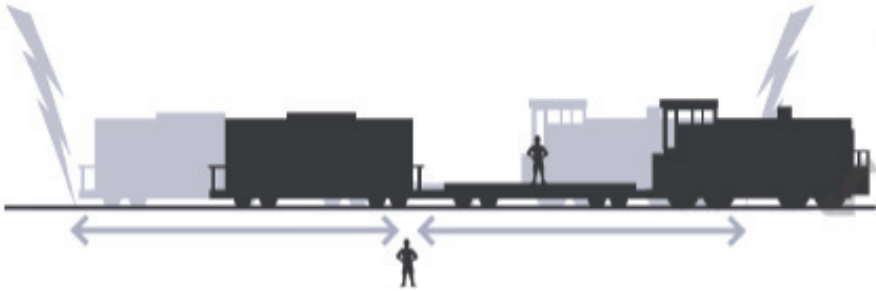
Einstein, ışık sıçratan bir saatin yaratacağı zikzak desenine baktı ve ışığın seyahat ettiği farklı mesafeleri fark etti. Trendeki kişi için her şey normal görünüyordu. Bir sıçrama aynalar arasındaki mesafeye eşitti. Ancak pistin yanındaki kişi için sıçramalar arasındaki mesafe daha uzundu.

Işık hızı her iki gözlemci için de aynı olduğundan (hatırlayın, sabittir) pistin yanında duran kişi için tek bir sıçramada daha fazla zaman geçecektir. Diğer bir deyişle, parkurun yanında duran kişi için zaman, elbette pistin yanındaki kişi tarafından bakıldığında trendeki kişiye göre daha hızlı olacaktır.

Kulağa garip mi geliyor? Bir de bunu deneyin:

Muhtemelen tahmin ettiğiniz gibi, trenden bakıldığında ışık yolu daha uzun görünecektir. Ve ilk Zaman Uzaması düşünce denemesine göre, trende zaman, trende izlendiğinde pistin yanındaki kişiye göre daha hızlı geçecektir.

Her iki düşünce deneyinde de gözlemci için zamanın neden daha hızlı hareket edeceğini merak edebilirsiniz. Cevap oldukça basit, çünkü zaman görecelidir. Gözlemci değişse de, ışığı sıçratan saatin gözlemciye göre yeri tam olarak aynıydı.





SONUÇLAR

Einstein, zamanın iki farklı referans çerçevesinden farklı görüldüğünü belirlediğinde, diğer ölçümlerin (mesafe ve kütle) de etkileneceğini biliyordu. Burası, Einstein'ın Özel Görecelik Teorisi'nin ağır matematiğe girmeye başladığı yerdir. Okul hayatınızda aşına olduğunuzdan daha karmaşık hesaplamalar içerir. Eğer ilgileniyorsanız bu hesaplamaları açıklayan çok sayıda kitap mevcut, ancak bu hesaplamaların ne dediğini anlamanız önemlidir.

HIZLI NESNELER DAHA KISA GÖRÜNÜYOR

Özel Görecelik Teorisinde Einstein, bir gözlemciye göre çok hızlı hareket eden bir nesnenin, o gözlemciye hareketsiz durduğundan (gözlemciye göre) daha kısa görüneceğini belirtti. Bir istasyondan neredeyse ışık hızında kükreyen bir tren, bir istasyonda oturan aynı trenden daha kısa görünecektir. Buna "uzunluk daralması" dedi.

Burada akılda tutulması gereken anahtar kelime "görünür" idi çünkü Einstein hızlı hareket eden trenin daha kısa olduğunu

söylemiyordu, sadece istasyondaki kişiye daha kısa görüldüğünü söylüyordu. Ve tüm hareketin göreceli olduğunu hatırlayarak, hızlı hareket eden bir trendeki bir kişi için istasyon, tren istasyonda durdurulduysa olduğundan daha kısa görünecektir.

Einstein'ın hesaplamalarına göre, bir nesne, hızlı ve daha hızlı hareket ettiğinde ve sonunda ışık hızına ulaştığında, uzunluğu sıfır olacaktı. Ancak Einstein, buna bir nesnenin sıfır uzunluğuna sahip olamayacağı için değil, kütlelerin ışık hızına yaklaştığındaki davranışının farklı olacağından inanmıyordu.

HIZLI NESNELER KÜTLE KAZANIYOR

Einstein, hız kazandıkça nesnenin kısılmasından daha garip olarak kütle kazanacağını açıkladı. Işık hızına yakın giden bir tren, istasyonda oturan aynı trenden daha fazla kütleyle sahip olurdu. Trenin kütlelerini geçerken ölçebilecek bir aracınız olsaydı, kütlelerin daha da arttığını gösterirdi. Özel Görecelik Teorisine göre ışık hızına erişilebilseydi kütlesi sonsuz olurdu.





hakkında bir düşünce deneyi değildi. Bu bir ivme örneği idi ve 1905'te bunun bir cevabı yoktu. Biraz daha düşünmesi gerekiyordu.

UZAK GALAKSİLER VE IŞIK HIZI

Einstein, Özel Görecelik Teorisi'ni bulmak için deneyler yapmadı ve bu makaleleri bir asırdan fazla bir süre önce yazdı. Evren hakkında bizim kadar bilgiye sahip değildi. Aslında, teorisini yazdığı anda, evrende başka galaksilerin olduğunu bilmiyordu, kimse bilmiyordu. Ama siz, bu bilgi ve basit bir düşünce deneyi ile ışığın hızının sabit olup olmadığı sorusuna cevap verebilirsiniz ve bunun için Nobel Ödüllü bir fizikçi olmanız gerekmez! Neden Zozon'daki veya herhangi bir gezegenin ışık hızı, Dünya'daki ışık hızına bağlıdır? Dünyaya doğru hare-

ket eden gezegenlerin "hızlı" ışığı olurken, uzaklaşan gezegenlerin "yavaş" ışığı olur mu? Bu düşünce deneyinin en iyi yanı, Albert Einstein'ın yapmadığı bir şeyi biliyor olmanızdır, uzak galaksiler vardır. Dahası, Samanyolu'ndan neredeyse ışık hızında uzaklaşan galaksiler vardır.

Özel Görecelik Teorisi'ni 1905'te yazdığı anda Einstein, ışık hızında hareket eden trenlerin hayalini kurdu, ancak bildiği kadarıyla hiçbir şey bu kadar hızlı hareket etmedi. Edwin Hubble 1924'e kadar başka galaksileri keşfetmedi. Sonra diğer gökbilimciler evrendeki en uzak galaksilerin ne kadar hızlı hareket ettiğini keşfettiler. Tabii ki bizim gezegenimize göreceli olarak.

Einstein bunun imkânsız olduğunu, bilinen evrende bir hız sınırının olduğunu ve ışığın hızı olduğunu söyledi. Tabii ki, bir trenin, hatta bir uzay gemisinin, teoriyi test etmek için bu hıza bile yaklaşma olasılığı yoktur. Bununla birlikte, bugün parçacık hızlandırıcıları ile çalışan fizikçiler, atomların parçalarının ışığın hızına yaklaşmasını sağlayabilirler ve yaptıklarında, bu parçacıklar kütle kazanırlar. Einstein haklıydı.

NESNE HIZLANDIKÇA ZAMAN YAVAŞLIYOR

Ve son olarak, Zaman Genişlemesi düşünce deneylerinde olduğu gibi, bir nesne hızlandıkça, dinlenme halindeki bir gözlemciye göre yavaşlıyor gibi görünür. Matematiğe göre, eğer bu nesne ışığın hızına ulaşacak olsaydı, zamanı en azından bir izleyici tarafından bakıldığında tamamen dururdu. Einstein bunun bir nesnenin ışık hızında seyahat etmesinin imkânsız olmasının bir nedeni olduğunu iddia etti. Bu düşünce deneyi Einstein'a yöneltildi ve cevabının görüldüğünden çok daha karmaşık olduğu ortaya çıktı. Bu, yalnızca sabit, tekdüze hareketle ilgilenen Özel Görecelik Teorisi



Berlin ofisinde Einstein