

En Güzcel Fizik Deneyleri



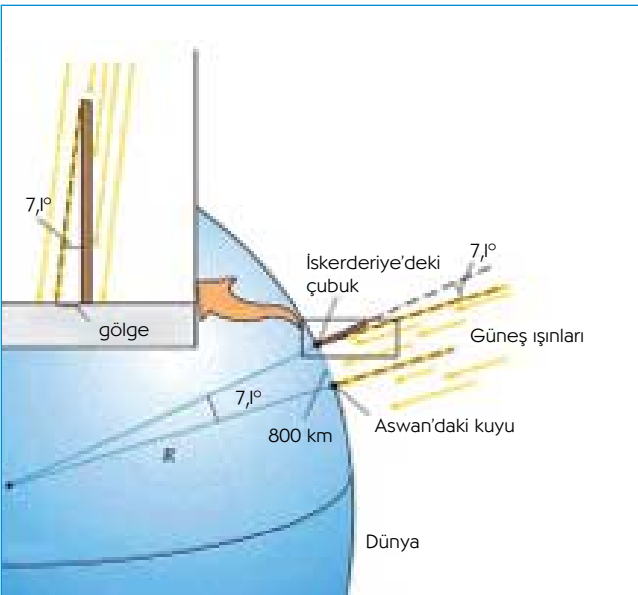
Gerek kendi meraklarını gidermek, gerekse insanlığa hizmet etmek için olsun, bilim adamları doğayı anlamak için deney yaparlar. Bilimde, en önemli keşifler bu deneylerin sonucunda ortaya çıkar. Geçmişe bakıldığında, yapılan en önemli keşiflerin, bazı çok basit deneyler sonucunda ortaya çıktığı görülüyor. "Physics World" dergisi, okuyucuları arasında düzenlediği anket sonucunda en güzel 10 fizik deneyini belirledi. En güzel bilim deneyleri arasında ilk sırayı, elektronlarla yapılan çift yarık deneyi aldı. Biz de, ilk 10 bilim deneyini, yapılış tarihine göre sıraladık. Bu deneylerin ilki, yaklaşık 2300 yıl önce yapılmış.

Dünya'nın Çevresinin Ölçümü

Güneş ışınları, yaz gündönümlerinde, yeryüzündeki belli bir enleme öğlen dik olarak gelir. Bu, yaklaşık 23,5 derece enleminde bulunan Yengeç dönencesidir. Yengeç dönencesi üzerindeki herhangi bir noktada öğlen Güneş tam tepede olacağından, dikey duran cisimler gölge yapmazlar. Mısır'ın Aswan kenti de Yengeç dönencesi üzerinde olduğu için, burada yaz gündönümünde öğlen cisimlerin gölgesi kaybolur.

Milattan Önce 3. yüzyılda, ünlü İskenderiye Kitaplığı'nda kütüphanecilik yapan Eratosthenes, okuduğu kitaplardan, yaz gündönümünde Aswan'daki gölgelerin kaybolduğunu öğrendi. Burada yer alan kuyuların dibine bu sırada Güneş ışığı düşüyordu. Bulunduğu yerde, yani İskenderiye'de yine bir yaz gündönümünde öğlen, gölgelerin boyunu ölçerek, Güneş'in buraya kaç derece açıyla geldiğini buldu. İskenderiye'de Güneş ışınları, tam olarak dik değil, yaklaşık yedi derece eğik geliyordu. Bu deney, Dünya'nın düz olmadığını gösterdiği gibi, Eratosthenes'in Dünya'nın çevresini hesaplayabilmesini sağladı.

Eratosthenes, yaptığı basit bir hesaplamayla, Aswan'la İskenderiye arasındaki uzaklığın Dünya'nın çevresinin yaklaşık 50'de biri olduğunu buldu. % 5'lik bir hatayla, o zaman için gerçeğine oldukça yakın bir sonuca ulaşmıştı. Bu da büyük oranda, o zamanlar



Eratosthenes, yaz gündönümünde öğle saatinde, Mısır'ın Aswan kentinde, kuyuların dibine Güneş ışığı düştüğünü öğrenmişti. Eratosthenes, MÖ 3. yüzyılda, bu bilgiden yararlanarak Dünya'nın çevresini hesapladı.

uzaklık ölçümlerinin duyarlı olarak yapılamamasından kaynaklanıyordu.

Serbest Düşen Cisimler



Galileo, aynı anda bırakılan ağır ve hafif cisimlerden hangisinin önce düştüğünü bulmak için deneyler yaptı. Galileo'nun bu deneylerini, Pisa kulesinden bıraktığı cisimlerle yaptığı söylenir.

Ağır cisimlerin mi, yoksa hafif cisimlerin mi daha hızlı düştüğü, uzun zamandır tartışılan bir konuydu. Ünlü filozof Aristoteles, cisimlerin düşerken ağırlıklarıyla doğru orantılı olarak hızlandıklarını öne sürmüştü. Aslında bazı gözlemler de bunu doğruluyordu. Örneğin, bir taşla bir tüy aynı anda bırakıldığında, yere önce düşen taş oluyordu.

1500'lü yılların sonuna gelindiğinde, herkes hala ağır cisimlerin hafif olanlardan daha hızlı düştüğünü düşünüyordu. Zaten, o sıralar karanlık çağını yaşayan Avrupa'da, kimsenin bilimin gerçeklerini sorgulaması anlayışla karşılanmıyordu. Ancak, bunu yapabilecek bir kişi vardı: Galileo Galilei. O sıralar Pisa Üniversitesi'nde matematikçi olan Galileo, gerçeği öğrenmek için bazı deneyler yaptı. Galileo'nun bu deneylerini Pisa kulesinden aşağıya bıraktığı cisimlerle yaptığı söylenir.

Galileo'nun yaptığı deneyler belki de Aristoteles'inkiyle benzerdi. Ancak, Galileo bazı önemli ayrıntıları gözden kaçırmadı. Tüy gibi aşırı hafif cisimler, havanın direncinden fazlasıyla etkileniyordu. Deney, hafif ancak hava direncinden tüyün etkilendiği kadar etkilenmeyen cisimlerle tekrarlandığında, tüm cisimlerin aynı anda yere düştüğünü gösteriyordu.

Eğik Düzlemde Yapılan Deneyler



Galileo, cisimlerin yerçekimi etkisi altındaki hareketlerini daha kolay izleyebilmek için eğik düzlemden yararlandı. Yukarıda, Galileo'nun günümüzden yaklaşık 400 yıl önce hazırladığı düzenek görülüyor.

Galileo, cisimlerin yerçekiminin etkisi altındaki hareketlerini incelediği deneylerini daha da geliştirdi. Galileo'nun amacı, düşen cisimlerin hızının sabit mi, yoksa değişken mi olduğunu bulmaktı. Bu, bilen biri için yanıtlanması kolay olsa da, bırakıldığında çok hızlı düşen cisimler için saptanması zor bir durumdu. Bir şekilde, topların düşme hızının yavaşlatılması gerekiyordu. Galileo bunun için, hazırladığı bir eğik düzlemde aşağıya bakır toplar yuvarladı ve bir su saatiyle (bir kabın altındaki küçük bir delikten başka bir kaba boşalan suyun tartılmasıyla zaman ölçen alet) ölçümler yaptı. Bu ölçümler, cisimlerin zamanla hızlandıklarını gösteriyordu. Galileo, eğik düzlemlerde yaptığı deneylerin sonucunda, düşen cisimlerin sabit bir ivmeyle hızlandıklarını ve aldıkları yolun zamanın karesiyle orantılı olduğunu buldu. Galileo'nun bu keşifleri, mekanik fiziğin temellerini oluşturuyor.

Prizma Deneyi

Newton, Galileo'nun öldüğü yıl İngiltere'de doğdu ve onun temelini attığı mekanik fiziğin kurucusu oldu. Newton, mekanik ve matematik çalışmalarının yanı sıra, ışığın özellikleriyle de ilgileniyordu. Eline aldığı bir cam prizmayı Güneş ışığına tutan Newton, ışığın renklere ayrıldığını gördü. Bu, o zaman bilinmeyen bir şey değildi. Herkes, prizmanın gökkuşağı renklerini ortaya çıkardığını

biliyordu. Ancak, camın ışığın rengini değiştirdiği düşünülüyordu.

Newton'sa, ortaya çıkan bu renklerin Güneş ışığının bileşenleri olduğunu düşündü. Peki, bu renkleri birleştirerek yeniden beyaz ışık elde edilebilir miydi? Eğer bunu başarırca, düşüncesini kanıtlamış olacaktı. Newton, bunun için bir deney düzeneği hazırladı. İnce bir aralıktan gelen ışığı prizmadan geçirerek renklerine ayırdı. Bir prizma daha kullanarak, ayrışan renkleri yeniden beyaz ışığa dönüştürebildi. Bu da, prizmanın ışığın rengini değiştirmedini, onu bileşenlerine ayırdığını gösterdi.

Bükülen Çubuk Deneyi

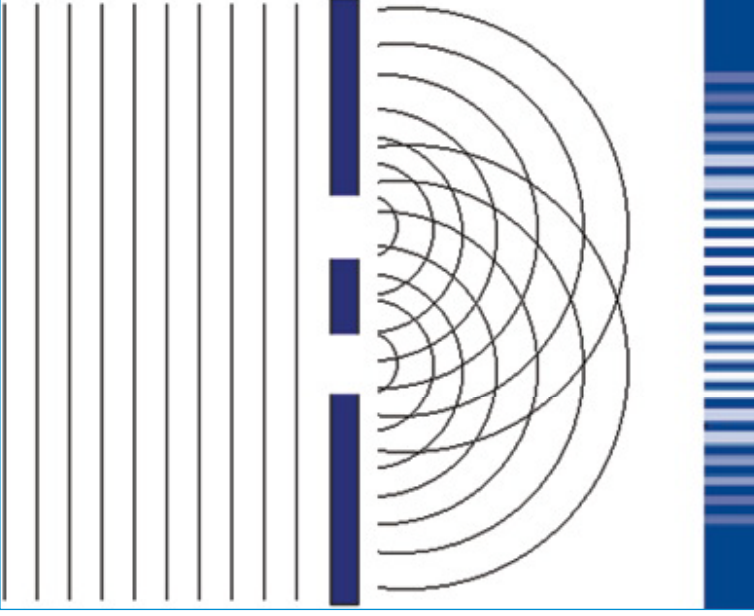


Cavendish'in, kütleçekim sabitini bulmak için kullandığı deney düzeneğinin modern örneği.

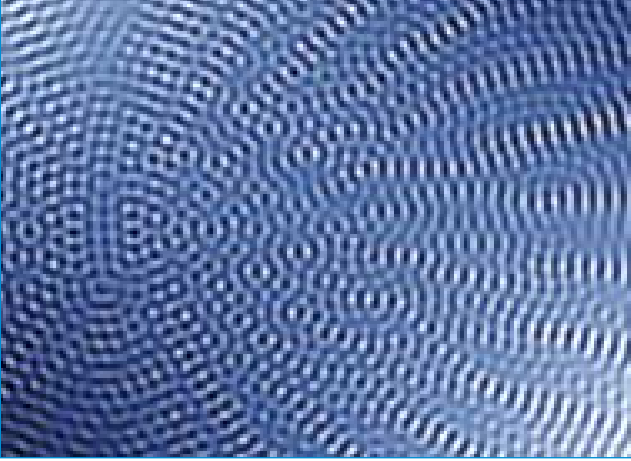
Newton'un kütleçekim kuramı, tüm cisimlerin birbirlerini kütleleri oranında çektiğini söylüyordu. Ancak, Newton'un formüllerindeki kütleçekim sabitinin (G) ne olduğunu bulmak o sıralar olanaksız gibiydi. 1700'lü yılların sonlarında, İngiliz bilimadamı Henry Cavendish, bunu bulmak için kolları sıvadı. Yaklaşık 2 metre uzunlukta tahta bir çubuğun uçlarına küçük birer metal küre yerleştirdi. Ardından çubuğu bir telle ortasından astı. Her biri yaklaşık 160 kg kütledeki iki ağır kurşun topu sabit duracak şekilde küçük topların yakınına yerleştirdi. Kütlelerin birbirine uyguladığı kuvvet, telin bir miktar bükülmesine yol açıyordu.

Cavendish, kütlelerin birbirine doğru ne kadar yaklaştığını ölçerek, teli büken kuvvetin büyüklüğünü hesapladı. Kütleçekim sabitini hesapladıktan sonra, artık Dünya'nın kütlesi ve yoğunluğu da kolayca hesaplanabilirdi. Cavendish, böylece gezegenimizi "tartan" ilk kişi oldu.

Çift Yarık Deneyi



Thomas Young, ışığın dalga özelliği gösterdiğini, oldukça basit bir düzeneikle, bir kartona açtığı birbirine paralel iki yarıkla gösterdi.



Yukarıda, bir sıvının yüzeyindeki girişim desenleri görünüyor. Young'un deneyinde de gösterdiği gibi, ışık dalgaları da benzer biçimde etkileşirler.

Işığın parçacık mı, yoksa dalga mı olduğu tartışmaları 1700'lü yılların sonunda çok tartışılır olmuştu. Newton, ışığın parçacık olduğunu savunuyordu. 1803 yılında, İngiliz fizikçi Thomas Young, ışığın dalga özelliği gösterip göstermediğini bulmanın bir yolunu keşfetti. Young, önce ortasına küçük bir delik açtığı bir kartonla pencereyi kapladı. Deliğin önüne, birbirine yakın iki paralel yarık açtı. Bunun amacı, ışığın birbirine yakın, iki ayrı kaynaktan gelmesini sağlamaktı.

Tek yarıktan geçirilince düzgün aydınlanmış bir bant oluşturan ışık, iki yarıktan geçince duvarda karanlık ve aydınlık bölgeler oluştuyordu. Bu, ışığın dalga özelliği

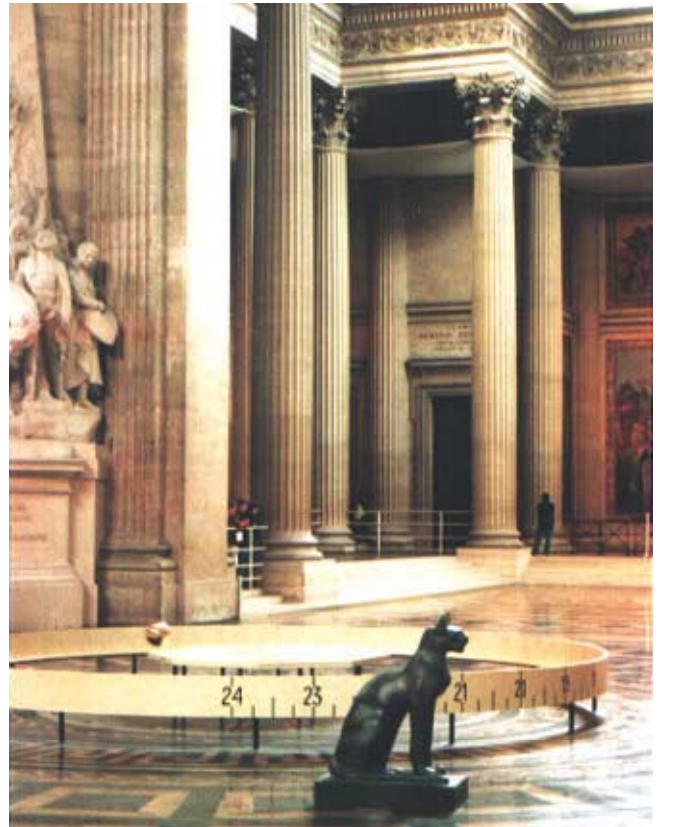
olduğunu kanıtladı. Çünkü, iki yarıktan gelen dalgalar, üst üste bindiklerinde belli bölgelerde birbirlerini sıfırlarlar. Bu, bir dalganın tepe noktasıyla, eşdeğer başka bir dalganın çukur noktasının üst üste gelmesiyle olur. Çift yarık deneyi, dalga hareketini saptamak için, en çok yararlanılan deney oldu. Işığın ve öteki parçacıkların dalga özelliğinin keşfedilmesi, kuantum kuramının da başlangıcına önyak oldu.

Foucault Sarkacı

Fransız bilimadamı Jean Bernard Leon Foucault, 1851 yılında, yaklaşık 70 metre uzunluğundaki bir çelik tele, 30 kg kütleli demir bir top astı. Pantheon Kilisesi'nin kubbesinden sarkıttığı bu topu, bir sarkaç gibi, ileri geri salınacak şekilde hareket ettirdi. İlk hareketin doğrultusunu, sarkacın altına, yere döktüğü kumun üzerine çizdi. Yavaş yavaş sallanan sarkacın hareket yönü, her salınışında biraz değişiyordu. Pantheon'u ziyaret edenler bu duruma oldukça şaşırılmışlardı. Aslında dönen, sarkacın kendisi değil, Pantheon'du.

Bu deney, Dünya'nın kendi çevresindeki dönüşünü ilk kez ikna edici bir şekilde kanıtlamıştı. Deneyin yapıldığı yer olan Paris'te, sarkacın bir tam dönüşü 30 saat sürüyordu. Bu, Paris'in bulunduğu enlemden kaynaklanıyordu. Önceki yıl, bilim adamları

Foucault, bir zamanlar kilise olarak kullanılan Pantheon'un kubbesine, ucuna demir küre bağladığı bir tel astı. Bu, Dünya'nın döndüğünü kanıtlayan en önemli deneylerden biriydi.



Foucault'un deneyini güney kutbunda tekrarladılar. Sarkacın bir tam dönüşü, kutup noktasında beklendiği gibi, 24 saat olarak ölçüldü.

Yağ Damlacığı Deneyi



Millikan'ın elektronun elektrik yükünü hesaplamada kullandığı deney düzeneğinin modern bir örneği.

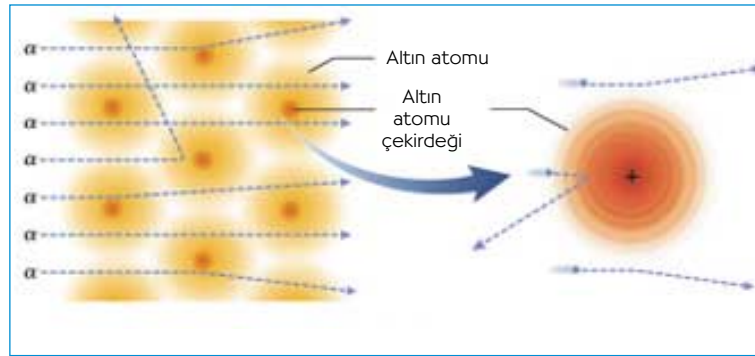
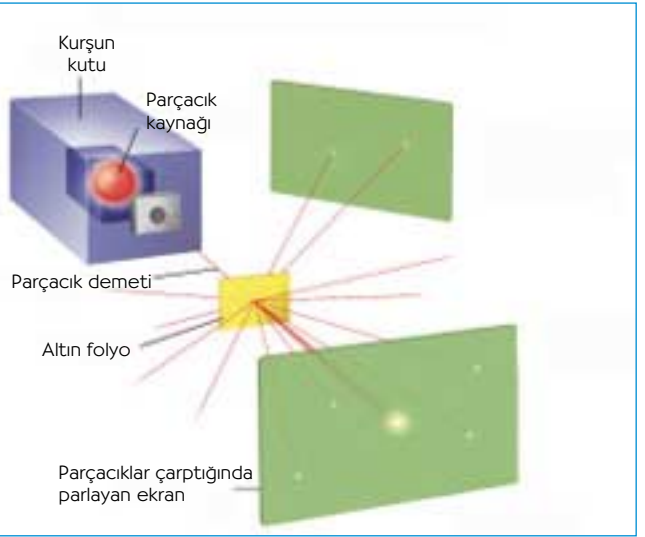
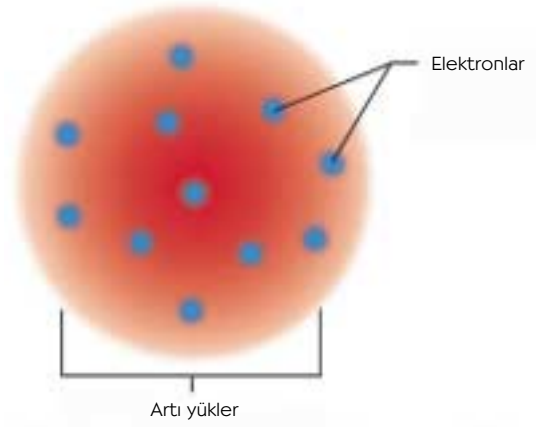
Bilim adamları, binlerce yıldır elektrik ile ilgili deneyler yapıyor. Elektrik, eksi yüklü parçacıklar olan elektronların akımından oluştuğu, ilk olarak J. J. Thomson adlı İngiliz fizikçi tarafından öne sürüldü. 1909 yılında, bu parçacıkların yükünü ölçmeyi başaran kişi, Amerikalı bilimadamı Robert Millikan oldu.

Millikan'ın deney düzeneği, bir pilin ayrı kutuplarına bağladığı, üst üste duran iki paralel metal levhadan oluşuyordu. Millikan, bir parfüm püskürtücüsü yardımıyla, kapalı bir kabın içine kurduğu deney düzeneğine yağ damlacıklarını püskürtüyordu. Plakalar arasında oluşan elektrik alanı, havayla sürtünmeleri sırasında elektrik yüklenen damlacıkların hareketini etkiliyordu. Damlacıkların düşüşünü, plakalara verdiği elektrikliğin voltajını ayarlayarak durdurabiliyordu. Millikan, tek bir elektronun yükünü bulabilmek için çok sayıda ölçüm yaptı. Yapılan ölçümlerin en büyük ortak bölenini bularak bir elektronun elektrik yükünü hesapladı.

Atom Çekirdeğinin Keşfi

Ernest Rutherford, 20. yüzyılın başlarında, ABD'deki Manchester Üniversitesi'nde

Rutherford'dan önceki atom modeli



Rutherford, alfa parçacıklarını altın bir folyoya yönlendirdiği deneyinde, atom çekirdeğinin sanılandan çok daha farklı yapıda olduğunu buldu.

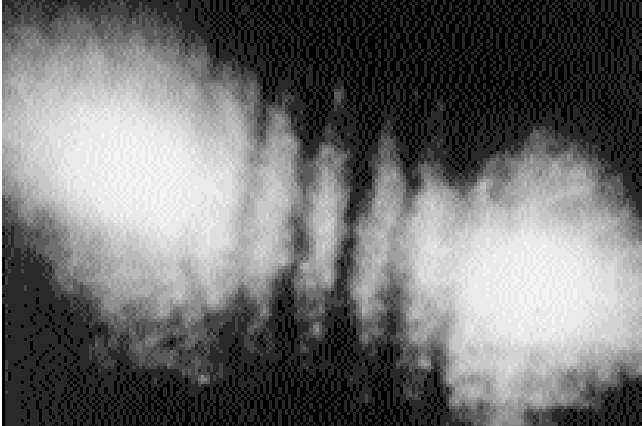
radyoaktif ışımaya ilgili çeşitli araştırmalar yapıyordu. O sıralar, atomun varlığı biliniyordu. Ancak, o zamanki atom modeline göre, elektronlar çok sayıda artı yükten oluşan büyük (atomun boyutlarına göre) ve yumuşak bir kürenin etrafında dolanıyorlardı. Rutherford, deneyinde artı yüklü parçacıklar olan alfa parçacıklarını ince bir altın folyoya yönlendirdi ve ne kadarının folyonun içinden karşı tarafa geçebildiğini ölçtü.

İlk 10 sırada yer alan fizik deneyleri

- 1 Elektronlarla Yapılan Çift Yarık Deneyi (Young - Jönsson)
- 2 Serbest Düşen Cisimler (Galileo)
- 3 Yağ Damlacığı Deneyi (Millikan)
- 4 Prizma Deneyi (Newton)
- 5 Çift Yarık Deneyi (Young)
- 6 Bükülen Çubuk Deneyi (Cavendish)
- 7 Dünya'nın Çevresinin Ölçümü (Eratosthenes)
- 8 Eğik Düzlemde Yapılan Deneyler (Galileo)
- 9 Atom Çekirdeğinin Keşfi (Rutherford)
- 10 Foucault Sarkacı (Foucault)

Deneyin sonucuna göre, parçacıkların büyük çoğunluğu, folyonun içinden geçebiliyordu. Bu da, atomun sanıldığı kadar büyük bir çekirdeğinin olmadığı anlamına geliyordu. Buna göre, atomun kütesinin çoğunun merkezde, küçük bir çekirdekte toplanmış olması gerekiyordu. Bu, günümüzde de kabul edilen atom modelinin ortaya çıkmasını sağladı.

Elektronlarla Yapılan Çift Yarık Deneyi



Aslında, ışığın yapısıyla ilgili olarak ne Newton hatalıydı, ne de Young tam olarak doğruyu bulmuştu. Çünkü, 20. yüzyılın başlarında, Albert Einstein ve Max Planck'ın gösterdiği üzere, ışık, foton adı verilen parçacıklardan oluştuğu gibi, dalga özelliği de gösteriyordu.

Kuantum kuramının gelişmesiyle fizikçiler, elektronlar gibi öteki atomaltı parçacıkların da benzer özellik gösterebileceğini düşündüler. Bu, o zamanki teknik olanakların yeterli olmaması nedeniyle denenemedi. Ancak, bilim adamları, yaptıkları düşünce deneyleri sonucunda elektronların dalga özelliğine sahip olduğuna inanmışlardı. Uzun zaman sonra, Claus Jönsson tarafından Young'un oluşturduğu deney düzeneği kullanılarak, 1961 yılında gerçekleştirilen ve sonucu da

beklendiği gibi çıkan gerçek deney, çok da fazla yankı uyandırmadı. Ancak, bu deney söz konusu ankette birinci sırada yer alıyor.

Deneylerle İlgili...

Yukarıda sözünü ettiğimiz deneyler, günümüzün bilgi birikimine sahip bir kişi için çok basit gibi görünüyor. Ancak, bu deneylerin tümü çok önemli keşiflerin yapılmasını sağladı. Elbette, bu deneyleri gerçekleştiren kişiler de genellikle sıradışı insanlardı. Bu insanlar, kendilerinin ya da tüm dünyanın merak ettiği ya da daha önce kimsenin düşünemediği birtakım sonuçlara ulaşmak için bu deneyleri yaptılar. Bunun için, bilginin ve merakın yanında, olağanüstü bir düş gücü de gerekiyor.

Bilimsel keşiflerde, deneylerin yanı sıra, gözlemlerin de büyük bir rolü var. Ancak gözlemci, ilgilendiği olayları dışarıdan izler. Bu olayları etkileme şansı yoktur ya da bu şekilde davranır. İzlediği olayın sonucunu, gözlemlerine dayanarak öğrenir. Bazı bilim dallarında, pek fazla deney yapma olanağı bulunmaz. Örneğin, gökbilimcilerin gökcisimlerini etkileme şansları yoktur. Bu konuda doğa onlara ne sağlıyorsa, bilgilerini ancak onlardan derlerler.

Deneycilerin yaklaşımı farklıdır. Deney yapan kişi, doğal sürece etkide bulunur. Bunun için, genellikle çeşitli aygıtlardan ve malzemelerden yararlanır. Deney aygıtları, doğada bulunan çok basit cisimlerden ya da bir laboratuvar dolusu karmaşık aletten oluşabilir. Bu, yapılmak istenenin ne olduğuna bağlıdır. Örneğin günümüzde, çeşitli deneyler için atomaltı parçacıkların üretilmeye çalışıldığı, dev parçacık hızlandırıcıları var. Bu dev laboratuvarların yapılması ve işletilmesi hem zor hem de çok yüksek maliyetli. Bu tür deneyler, çok sayıda uzman bilim adamının ortak çalışmasını gerektiriyor. Üstelik ortaya birtakım sonuçların çıkarılabilmesi için de, süperbilgisayarlar yardımıyla yapılmasına karşın, bazen aylar süren hesaplamalar gerekiyor.

Alp Akoğlu

Kaynaklar

- Crease R.P., *The Most Beautiful Experiment*, *Physics World*, Eylül 2002
<http://physicsweb.org/article/news/5/8/4>
<http://holtz.org/Library/Natural%20Science/Top%20%20Science%20Experiments.html>
<http://www.si.edu/resource/faq/nmah/pendulum.htm>
<http://www.daedalon.com/oildrop.html>
<http://www.phys-astro.sonoma.edu/people/students/baker/SouthPoleFoucault.html>
<http://www.qmw.ac.uk/~zgapll8/2/yds.html>
http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/lectures/gal_accn96.htm