

Parçacıklar ve Dalgalar

Etkilerini kolayca görebildiğimiz ışığın yapıtaşı nedir ve bir yerden başka bir yere nasıl iletilir? 1600'lerin sonunda Isaac Newton bu soruların yanıtını arıyordu. Newton, ışığın parçacıklardan ya da dalgalardan oluşabileceğini düşünmüş ve ikisinden birini dışlamamıştı. Bununla birlikte parçacık teorisinin bilinen olgular ve fenomenlerin çoğuna uygun düşmesi, Newton'un ardıllarınca daha fazla kabul gören teori olmasına yol açmıştır. Danimarkalı fizikçi Christiaan Huygens, ışığın parçacık teorisine ikna olmamış, 1690 yılında da ışığın dalgalardan oluşmuş olması gerektiğine ilişkin çok sayıda neden ileri sürmüştü. Huygens'in kanıtının güçlü olmasına karşın, dalga teorisine destek olacak önemli bir deney, ancak 100 yıl sonra ortaya çıktı. 1900'lü yılların başında ışığın doğasıyla ilgili daha ileri keşifler yapıldı. Bu deneyler, hem parçacık teorisini savunan Newton'un ardıllarını hem de dalga teorisini savunan Huygens'i haklı çıkarıyordu.

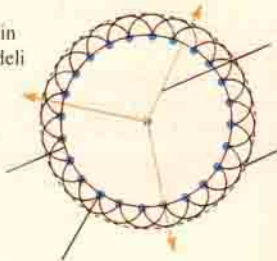
Işık ve Dalgalar

İlk Sarkaçlı saati yapan ve Satürn'ün halkalarını keşfeden Christiaan Huygens (1629-1965), bir matematikçi, fizikçi ve kaşifti. Huygens, 1690 yılında basılan "Traité de la lumiere" isimli kitabında, ışığın parçacık teorisini reddediyordu. Çok hızlı hareket ettiği için, ışığın parçacıklardan değil dalgalardan oluşması gerektiğine karar vermişti. Huygens, ışığın, hava ve uzayın her yerinde bulunduğunu varsayıyordu "eter" adlı görünmez, ağırlıksız bir ortam tarafından taşındığını öne sürüyordu. "Huygens İlkesi"nde, bir dalga üzerinde bulunan her noktanın kendi dalgacıklarını ürettiğini, bunların da üst üste gelerek bir dalga cephesini oluşturduğunu gösterdi. Bu düşünce, kıvrım olayını basit ve güzel bir şekilde açıklamaktadır. Çünkü dalgalar birbirlerinin içinden geçebilirler. Huygens'in teorisi ayrıca, ışık ışınlarının karşılaştıklarında neden birbirlerini yok etmediklerini de açıklıyordu.



Christiaan Huygens

Huygens'in dalga modeli



Işık her doğrultuda yayılır.

Dalga üzerindeki her nokta yeni bir dalgacık kaynağıdır.

Işık ışınları düz bir doğrultuda iletilirler.

Dalgacıklar, dalga cephesi oluşturmak için üst üste eklenir.

Dalga Oluşturma

Newton ve Huygens'ten çok daha sonraları, bir kaşif ve fizikçi olan Charles Wheatstone (1802-1875), ışık dalgalarının nasıl yayıldığını açıklamak için aşağıdaki aleti yaptı. Şekildeki modelde, beyaz boncuklar ışık dalgalarını taşıdığı varsayılan "eter"i temsil ediyor. Modele göre, eter, ışık dalgalarının ilerleme yönüne dik doğrultuda (enine dalga) titreşerek ışığı taşımaktadır. Huygens'e göre ise, eter ışıkla aynı doğrultuda (boyuna dalga) titreşmekteydi; büzülüp gerilerek ışık dalgalarını iletirdi. Ancak, bugün eter diye birşeyin olmadığı biliniyor.



Wheatstone'ın dalga makinesi

Işık parçacık ya da dalgalar, camdan sekerek mumun ters görüntüsünü oluştururlar.

Alev, her doğrultuda ışılan ışık dalgaları ya da parçacıkları üretir.

Işığı Algılama

Işığın özelliklerinden en önemli üç tanesi; düz bir doğrultuda hareket etmesi, yansıtılabilmesi ve bir ortamdan diğerine geçerken bükülmesi yani kırılmasıdır. Bu sayıda, ışığı anlamının iki ayrı yolunun (parçacık teorisi ve dalga teorisi) bu özelliklerden herbirini nasıl açıkladıkları gösteriliyor.

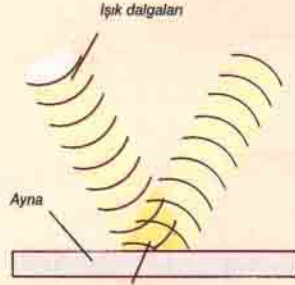
Dalgalar ve Yansıma

Dalga teorisine göre bir ışık kaynağı, bütün doğrultularda yayılacak şekilde ışık dalgaları üretir. Bu dalgaların herhangi birisi bir aynaya çarpacak olursa, aynaya düştüğü açıyla yansır. Yansıma, dalgayı ters çevirir, bu da aynadan yansıyan görüntünün neden ters olduğunu açıklar. Dalgaların şekli, ışık kaynağının boyutuna ve ne kadar uzakta olduğuna bağlıdır. Çok yakından gelen ışığın dalga cephesi oldukça yuvarlak olacaktır. Uzak bir yerden gelen ışığın dalga cephesi ise daha az eğrilir ve düze yaklaşır.

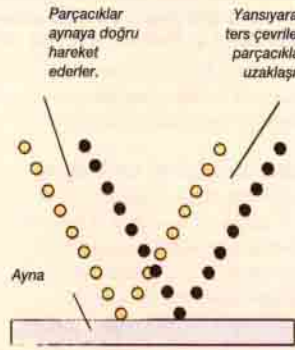
Parçacıklar ve Yansıma

Parçacık teorisine göre yansımayı açıklamak oldukça basittir. Işık, aynaya minik parçacıklar yağmuru gibi ulaşır ve bu parçacıklar aynanın yüzeyinden sekerler. Çok küçük olan bu parçacıkların büyük kısmı bir ışık ışımında yanyana hareket eder. Parçacıklar, aynanın farklı noktalarında sekerler, böylece, yansımayla ters görüntü oluşturacak şekilde sıralanır. Dalga teorisinde olduğu gibi bu tür yansıma, ancak pürüzsüz yüzeyler için geçerlidir, pürüzlü yüzeylerde parçacıklar değişik açılardan sekeceğinden ışık saçılacaktır.

Her pervanenin karanlık yüzü daha fazla ışık soğurur ve beyaz kısımdan daha sıcak hale gelir.



Dalgalar ayna tarafından yansıtılır ve tersine çevrilir.



Yansıyarak ters çevrilen parçacıklar uzaklaşır.

Işıkla Güçlendirme

Işık eğer parçacıklardan oluşmuşsa, bir yüzeye çarptığında basınç uygulayabilir. Işık, gerçekten böyle bir basınç uygulayabilir ancak bu basıncın miktarı çok küçüktür. Bu basıncın miktarının ne kadar az olduğu William Crookes (1832-1919) tarafından icat edilen radyometre adlı bir ayarda görülebilir. Radyometre'de ışık iyi dengelenmiş pervane kanatlarını döndürür. Cam tüpün içinde düşük basınçta hava vardır ve ısıtılmış hava molekülleri, kanatlara çarpıp onu iterler. Eğer tüm hava boşaltılırsa pervane döner, tek başına ışık basıncı pervaneyi döndüremez.

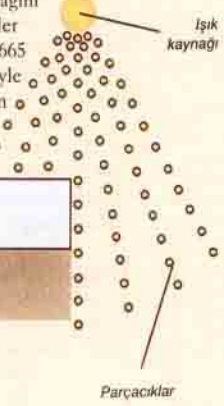
Hava molekülleri pervanelerin karanlık yüzünden gelen ısı enerjisini toplar ve kanatlara çarpıp onları döndürürler.

Parçacıklar ve Gölgeler

1704 tarihli "Opticks" isimli kitabında Newton, "ışığın eğri yörüngeler izlediği ve gölgelerde eğildiği görülmemiştir" diye yazmıştı. Newton bunu, ışık parçacıklarının her zaman düz bir doğrultuda ilerlediğini söyleyerek açıklıyordu. Newton, eğer bu şekilde ilerleyen parçacıkların yolu üzerine bir cisim çıkarsa, parçacıklar geçemeyecekleri için bu cismin arkasında gölge oluşacağını düşünmüştü. Etrafımızda gördüğümüz cisimler için bu doğru bir düşüncedir. Ancak bu fikir 1665 yılında Francesco Grimaldi'nin önemli bir keşfiyle uyum sağlamıştı. Grimaldi, çok küçük ölçekte ışığın gölgeye doğru eğildiğini göstermişti.

Cisim bazı parçacıkların geçmesine izin vermez.

Büyük ölçekte bakıldığında gölge, parçacıkların bloke olduğu kesin sınırlı bir bölgedir.

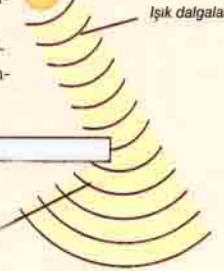


Dalgalar ve Gölgeler

Çok küçük ölçekte, gölgeler görüldüğü kadar basit değildir. Eğer ışık ince bir yarıktan geçirilirse, ışık demeti beklenenden daha fazla yayılır. Bu olayı ışığın parçacık teorisine açıklamak oldukça zorken dalga teorisine kolayca açıklanabilir. Su dalgaları ve ses dalgaları ince yarıklardan geçtikten sonra yayılırlar. Eğer ışık da bir dalga ise aynı etki gözlenmelidir.

Dalgalar çok küçük bir cismin etrafından yayılır.

Işık parçacıkları ya da dalgaları, bir cisim tarafından engellendiğinde gölge oluşur.



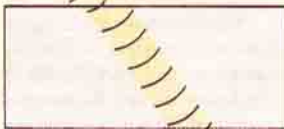
Işık dalgaları ya da parçacıkları, büyütülmüş görüntü oluşturan merceğin tarafından kırılma uğratılır.

Işık ve Kırılma

Bir cam bloğa herhangi bir açıda bir ışık demeti düştüğünde ne olur? Dalga teorisine göre; ilerleyen her dalganın bir kısmı geri kalan kısmından daha önce camla karşılaşmalıdır. Bu kısım da cam içinde hareket etmeye başlayacak, ancak dışarıda kalan kısımlardan daha yavaş bir şekilde ilerleyecektir. Aynı dalga iki farklı hızda ilerlediği için dalga cephesi cam içinde bükülecektir. Bu, kırınım olgusuna uymaktadır.

Dalganın geri kalanı henüz havadadır.

Dalganın uç kısmı camla karşılaşır ve daha yavaş ilerler.



Dalga cephesi cama giriş ve çıkışta bükülür.

Parçacıklar ve Kırılma

Newton, ışık parçacıklarının havadan cama geçerken neden yörüngelerinin saptığını açıklamakta epey zorlanmıştı. Bu nedenle de, parçacıkları cama girerken hızlandıran, çıkarken yavaşlatan özel bir kuvvetin varabileceğini düşünmüştü. Kırılmanın nasıl renklerin ayrışmasına yol açtığını, her bir renge ait ışığın vurgular halinde hareket ettiğini öne sürerek açıklamıştı. Her renk, kendine özgü farklı uzunlukta vurgulara sahiptir. Bu da dalgaboyuna çok benzeyen bir fikirdir.

Işık parçacıkları

Parçacıklar cama girerken yüzeye dik bir kuvvet onları hızlandırır.



Parçacıklar camdan çıkarken ters yönde bir kuvvet onları yavaşlatır.