

Gökten Gelen Işık

Ole Römer (1644-1710)

Jüpiter'in uydularının, gezegenleri etrafında bir döngüyü tamamlamaları için geçen zamanı kaydetti.

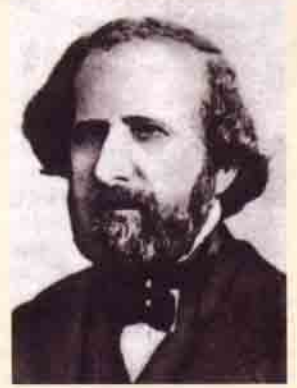
Uydular, yılın belli zamanlarında bulunmaları gereken yerin biraz gerisinde veya ilerisindeymiş gibi görünüyordular. Bir yıl boyunca bu fark yaklaşık 22 dakikaydı. Römer

bunun nedeninin, ışığın Jüpiter'den Dünya'ya gelene kadar kat ettiği yolun değişmesi olduğunu farketti. Dünya'nın Güneş etrafındaki yörüngesinin yarıçapını bildiğinden, ışığın kat ettiği mesafedeki değişmeyi hesaplayabiliyordu.

Buradan ışığın hızını hesapladı.

Işığın Hızı

Eski zamanlarda çoğu insan ışığın hızının sonsuz olduğunu düşünürdü. Ancak, ışık üzerine bilimsel çalışmaların başlamasıyla bu kanılar yavaş yavaş değişmeye başladı. Alhazen'e göre ışık, sonlu fakat çok hızlı hareket ediyordu. Işığın hızı hakkında ilk kestirim, 1675'de Danimarkalı astronom Ole Römer'den geldi. Römer, Jüpiterin aylarının hareketini gözlemlerken, görünüp kaybolmalarının, yıllara göre değişim gösterdiğini fark etti. Bunun nedeninin, bir yıllık döngü boyunca Jüpiter ile Dünya arasındaki uzaklığın, dolayısıyla ışığın kat ettiği mesafenin değişmesi olduğunu tahmin etti. Basit matematik hesaplarla Römer, ışığın hızını saniyede 200 000 km olarak belirledi. Bu konuda 1849'da Armand Fizeau'nunkine kadar Dünya üzerinde deneyi temel alan bir kestirimde bulunulmadı. Fizeau'nun düzeneği ve bir yıl sonra Leon Foucault'nun hesapları Römer'in bulduğu değer için çok düşük olduğunu gösterdi. Bugün ışığın boşluktaki hızının hemen hemen saniyede 300 000 km olduğu biliniyor.



Işığın Hızını Yerde Ölçmek

Armand Fizeau, ışığın parladıktan sonra 9 kilometre ötedeki bir aynadan yansıtılarak geri dönmesi için gereken zamanı ölçtü. Bu ölçümü çok hızlı dönen bir dişli çark aracılığıyla gerçekleştirdi. Çıkan ışık, giderken çarkın iki dişlisi arasındaki boşluktan geçiyordu. Eğer çarkı yeterince hızlı döndürürseniz, yansıyıp dönen ışık komşu boşluktan geçebilir. Çarkın hızını bildiği için Fizeau buradan ışığın hızını hesaplayabildi.



Işık delikten geçer

Işık, dereceli bir ölçekte pencereden geçer

Cam plaka, geri dönen ışık demetini mikroskobun içine yansıtır.

Dönen dişli çark, döner aynanın hızını hesaplamak için kullanılır.

Işık demetinin değişimi, mikroskoptan dereceli ölçeğin görüntüsünü gözlemek yoluyla ölçülür.

Cam plaka ve mikroskop, bir kolun üzerine monte edilir; böylelikle ışığın aldığı yol ayarlanabilir.

Foucault'un ışık hızı deneyi

Sabit tümsek aynalar, zikzaklı bir yoldan ışığı yansıtır.



Jüpiter'in Uyduları

Jüpiter, Güneş sisteminin en büyük gezegenidir ve en azından 16 uydusu vardır. Her bir uydusu dev gezegenin çevresinde yol aldıkça sık sık "tutulur". İlk olarak Galilei tarafından fark edilen bu olay, ışığın hızını bulmakta Römer tarafından kullanıldı. 1979'da Voyager 1 uzay aracı tarafından çekilen bu fotoğrafta ise Jüpiter'in, daha önce Galilei tarafından da gösterilen, iki uydusu görülmektedir: Io (gezegenin üzerinde) ve Europa (sağ tarafta).

1 saniye
Işığın boşluktaki hızı 300 000 km/sn; havanın kırılma indisi 1



Işığın sudaki hızı 225 000 km/sn; suyun kırılma indisi 1.3



Işığın camdaki hızı 200 000 km/sn; camın kırılma indisi 1.5



Işığın elmadaki hızı 125 000 km/sn; elmanın kırılma indisi 2.4

Işığın Değişen Hızı

Işığın hızını hesaplamak için Armand Fizeau'nun kullandığı yöntemin hassas bir sonuç verebilmesi, ışığın çok uzun bir mesafe kat etmesiyle mümkündür. Bu nedenle ışığın yalnızca havadaki hızı ölçülebilmekteydi. Foucault'nun yönteminde ise ışığın aldığı yol, çok daha kısaydı. Bu, Foucault'un ışığın hızını diğer saydam ortamlarda da hesaplamasına olanak sağladı. Foucault, ışığın sudaki ve camdaki hızlarının havadakinin yalnızca üçte ikisi dolayında olduğunu buldu ve ışığın hızının ortamın kırılma indisine bağlı olduğunu keşfetti. Madde, ışığı ne kadar çok kırıyor, ışık ortamda o kadar yavaş hareket etmektedir. Bu sonuç, ışığın dalga teorisinin öngörüsüne tam olarak denk düşüyordu.

Foucault'nun Dönen Aynası

Fizeau ile çalışan Foucault, dönen bir ayna kullanarak ışığın hızını ölçen bir düzenek geliştirdi. Yaptığı deneyde bir ışık demeti dereceli bir ölçekten geçerek döner aynaya çarpıyordu. Döner ayna ışığı, ışığı zikzaklı bir yol izleten sabit aynalara yansıtıyordu. Işık bu zikzaklı yörüngedeki yolunu tamamlayıp geri dönene kadar hafifçe hareket etmiş olan döner ayna, bu kez ışığı çok az değişmiş bir doğrultuda kaynağına doğru geri yansıtıyordu. Foucault'un düzeniği, bu hafif kaymayı algılayıp hesaplayabilecek biçimde tasarlanmıştı. Işığın kar ettiği yolu ve aynanın hızını bilen Foucault, kaymayı da hesaba katarak ışığın havadaki hızını saniyede 298 000 km olarak buldu.



Leon Foucault

Jiroskobu icad eden ve dev bir sarkaç kullanarak Dünya'nın döndüğünü de gösteren Leon Foucault (1819-1868), ışığın havadaki ve sudaki hızını hesapladı.



Işıktan Daha Hızlı

Albert Einstein, hiçbir şeyin boşlukta ışığın hızından daha hızlı hareket edemeyeceğini gösterdi. Ancak, ışık saydam bir madde içinde boşlukta olduğundan daha yavaş hareket ettiği için, bu koşullarda, bazen başka cisimler ışıktan daha hızlı hareket edebilirler. Bu fotoğraf, bir su havuzu içindeki nükleer çubuğu göstermektedir. Yakıt çubuğunu (ortada üstte) çevreleyen mavi ışıltıya "Çerenkov Işıması" denir. Bu ışıma, su içinde ışıktan daha hızlı hareket eden yüksek enerjili parçacıkların ortam tarafından yavaşlatılması sırasında çıkmaktadır.

Bir mercekle ışığı döner ayna üzerine odaklar.

Sıkıştırılmış hava türbini ile ayna yüksek hızla döndürülür.

Sabit tümsek aynalar zikzaklı bir yol izletecek şekilde ışığı yansıtır.

Foucault'un deneyinde ışığın izlediği yol

Katlanarak Geri Dönme

Foucault'un deneyinde, ışık demeti dereceli bir ölçeğin üzerine düşürülerek, ışık demetiyle 45 derece açı yapan bir cam plakadan dosdoğru geçirilir. Geri dönüşte cam plaka ayna görevi görür ve demeti, bir mikroskobun içine yansıtır. Böylece, ışık demetinde bulunan ölçeğin görüntüsü belirir ve görüntünün yana kayma miktarı ölçülebilir. Foucault'un düzeniği aynı zamanda aynanın hızını kontrol eden bir dişli çarkı da içermektedir.

Işığın aldığı toplam yol yaklaşık 20 m dir.

