

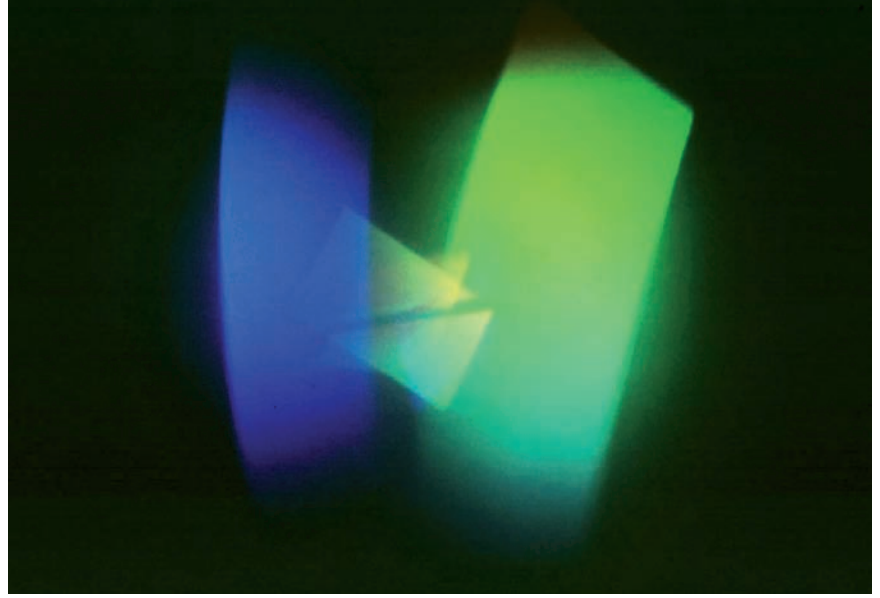


Aynaların kabaca üzerine gelen ışığı, ışın demetlerini yansıtıklarını biliyoruz. Dünya üzerindeki en kaliteli elementler kullanılarak üzerine gelen ışığı hiç soğurmadan aynı şekilde yansıtacak kalitede bir ayna yapmak mümkün mü? Ya da soğurma oranı 0'a ne kadar yakın bir ayna yapılabilir? Eğer soğurması sıfır ya da sıfıra en yakın olan ayna yapılabilir ve 2 tanesi birbirlerine karşılıklı paralel şekilde konular ve aynalardan birine dik açı ile ışın demeti (anahtarlık olarak bir ara moda olan lazer pointerlar gibi hayal edersek) gönderir ve ışın demeti aynadan yansıyıp geri dönmeden ışık kaynağını aradan çekersek (ışığın ne kadar hızlı olduğunu bildiğimizden iki ayna arasındaki mesafenin ışık kaynağını çekebilecek kadar uzak olduğunu düşünerek) ışığı iki ayna arasında hapsedebilir miyiz? Teoride mümkün mü? Uygulamada mümkün olabilir mi? İki ayna arasındaki hava boşluğunun ışın demetlerine sürtünmede bir etkisi olur mu? Olursa bu deneyde kullanılacak ışık için sürtünmesiz bir ortam yaratılabilir mi? **Yalçın YAMAN**

Önce aynaların soğurma oranının sıfır yapılabileceğini sorusunu ele alalım. Bunun için de, ışık ve maddenin etkileşimini kısaca açıklayalım. Işık bir elektromanyetik dalgadır. Bu da ışığın geçtiği bölge üzerinde bulunan yüklü parçacıklara elektrik ve manyetik kuvvetler uygulandığı anlamına geliyor. Eğer ışık bir madde üzerine düşerse, maddenin içindeki elektronlara bu türden fazladan kuvvetler uygulanıyor. Bu nedenle elektronlar, yaptıkları olağan hareketten farklı bir şekilde hareketleniyorlar (genellikle titreşim, ama bunun ne tür bir hareket olduğu önemli değil). Bu süreç içinde, ışığın taşıdığı enerjinin bir kısmı, elektronlara aktarılmış oluyor.

Bundan sonrasında ne olacağı, maddenin elektronlarının ne özellikler taşıdığına, kısacası maddenin türüne bağlı. Eğer ışıktan aktarılan enerji, elektronların bir üst enerji düzeyine geçmesine yetecek miktardaysa, o zaman ışığın soğurulması söz konusu. Eğer böyle bir şey mümkün değilse, o zaman elektronun yaptığı hareket sonucu yeni bir elektromanyetik dalga üretilir; elektronlar kazandıkları bütün enerjini bu yeni dalgaya aktarır. Kısacası, bu durumda elektronlar sadece geçici bir süre için enerji kazanıyorlar. Eğer madde bir aynaysa, gelen ışık ile, elektronların ürettiği yeni ışık üst üste bindiğinde sadece geriye giden (yani yansıyan) bir dalga oluşuyor (ileri doğrultuda, iki ışık girişim nedeniyle birbirlerini tamamen yok ediyor).

İlkel olarak, soğurma oranının sıfır olduğu ayna malzemelerinin tasarlanması mümkün görü-



nüyor; en azından bunun imkansız olduğunu söyleyebilmek için elimizde neden yok. Ama, pratikte bunu gerçekleştirmek oldukça zor olabilir. Öncelikle, gelen ışığın içerdiği olası dalgalı boylarını göz önüne alarak, maddenin elektronlarının enerji düzeylerini hiç soğurulma olmayacak bir şekilde ayarlamak mümkün. Örneğin, çoğu yalıtıkta en düşük enerji düzeyiyle, bir üst enerji düzeyindeki fark o kadar büyüktür ki, görünür bölgedeki ışık bu düzeyler arasında bir geçişe neden olamaz. Ama, bütün maddeler yabancı atomlar veya hiç olmazsa kristal yapılarında düzensizlikler içerir. Bu tip düzensizlikler civarında yerleşmiş bazı elektronlar, soğurulmayı olanaklı kılacak enerji düzeylerine sahip olabilir. Veya, maddenin çok az da olsa bazı elektronları yüksek enerji düzeylerinde bulunabilir ve bu düzeylerden bir soğurma mümkün olabilir. Son olarak, elektronlar, yansıma esnasında sadece geçici bir süre taşıdıkları enerjini ışık olarak yayılmak yerine, atomların titreşimi gibi başka enerji formlarına dönüştürebilir. Bu olasılıkların hepsi soğurulmaya yol açar. Bunların etkileri azaltılabilir, ama tamamen yok edilmeleri mümkün olmayabilir.

Yukarıdaki soğurma mekanizmalarına ek olarak, ayna yüzeyinin mükemmel düzlükte olmaması da yansımada dikkate alınan kayıplara neden oluyor. Yüzeydeki atomların, Angström mertebesinde bile olsa toplanması nedeniyle, gelen ışığın bir kısmı çok değişik yönlerde yansıyor. Eğer sadece belli bir doğrultuda yansıyan ana ışının taşıdığı enerjini önemsiyorsanız, bu mekanizma da ana ışıdan bir enerji kaybına neden oluyor.

Aynaların yansıtacağı ışığın oranı kesin olarak 1'e eşitlenemese de, özellikle bilimsel araştırmalarda kullanılan bazı aynalarda bu oranı 1'e oldukça yaklaştırmak mümkün. Bildiğimiz aynalarda kullanılan gümüşte, yansıyan ışıdaki kayıp kabaca %2 civarında. Yüzeyi mümkün olduğunca düzeltilmiş titanyum aynalarda kayıp on binde bir kadar düşürülebilir. Bunun dışında bir de ince yalıtık filmlerin üst üste yerleştirilmesiyle elde edilen dielektrik aynalar var. Genellikle lazer-

lerde kullanılan bu tip aynalarda sadece seçilen bir dalgaboyunda gelen ışığın yansıtılması hedeflenir (malzeme diğer ışıklara karşı kısmen saydamdır). Bu tür aynalarda, kayıp oranını milyonda bir kadar düşürmek mümkün.

Fakat, bu kadar düşük kayıp oranlarında bile, sorudaki deneyi sadece duyarımızla algılayabileceğimiz bir şekilde yapamayız. Örneğin, karşılıklı konulan aynaların arasındaki mesafe 1 metre olsun. Bu durumda, ışın aynalara saniyede 300 milyon kez çarpacaktır. Her bir çarpmada ışık enerjisinin milyonda biri kayboluyorsa, 1 milyon çarpmadan sonra ilk enerjinin sadece % 37'lik bir kısmının kaldığını herhangi bir hesap makinesi yardımıyla bulabilirsiniz. Ve yine hesaplayarak, 300 milyon çarpmadan sonra, yani 1 saniye sonra, ana ışıdan kalan enerjinin tamamen ihmal edilebilecek derecede düştüğünü de gösterebilirsiniz. Dolayısıyla, çok küçük görünen milyonda bir kayıp oranları bile insan ölçeğiyle karşılaştırıldığında hala çok büyük.

Buna karşın, ışığı belli bir bölgeye hapsetmek mümkün, en azından kısa bir süre için. Karşılıklı yerleştirilmiş iki düz ayna (tümsek veya çukur da mümkün) arasına da hapsetmek mümkün. Zaten, lazer ışığının üretiminde bu yöntem kullanılıyor. Eğer ayna parametreleri özel olarak seçilmişse (http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_cavity adresine bir göz atabilirsiniz), o zaman bir ışın birkaç kez yansıldıktan sonra tekrar aynı yerden geçiyor, dolayısıyla da uzun bir süre aynalar arasında kalmaya devam ediyor. Burada da aynalardan yansıma sırasında kayıplar var. Ayrıca iki ayna arasına yerleştirilen malzeme de ışığın bir kısmını soğuruyor. Fakat lazerlerde bu malzeme ışığı güçlendirici bir ortam. Yani ortamdan sürekli yeni fotonlar üretilip, aynalar arasında gidip gelen ışına enerji aktarılıyor. Bu da ışığın uğradığı enerji kaybını fazlasıyla karşılıyor. Üstelik lazerlerde, aynalardan birinin kısmen saydam olması gerekiyor. Böylece, ortamda güçlendirilen ışığın bir kısmı dışarı sızıyor ve uygulamalarda kullanılıyor.