



Vakumlu iki şeffaf kaptaki aynı miktarda ısı enerjisi verildiğinde, birisi kara cisim özelliğinde, diğeri de beyaz ışık veren iki cisim veya maddenin dışarıya yaydıkları ısının enerjileri veya sıcaklıkları nasıldır? Hangisi daha fazla yayımlar? Lütfi Doğan

Bazı teknik terimleri kullanırken dikkatli olmakta yarar var. Eğer söz konusu terim, gündelik hayatta farklı bir anlamda kullanılıyorsa, bazı karışıklıkların ortaya çıkması her zaman söz konusu. Sorudaki "kara cisim" ile "beyaz ışık veren cisim" ifadeleri, birbirinden farklı nesnelere mi belirtiyor? Gündelik dilde cevap kesinlikle evet olacaktır. Ama, bunlar teknik terim olarak kullanıldıklarında, aynı nesne için kullanılmaları söz konusu. Örneğin, Güneş hem bir kara cisimdir, hem de beyaz ışık yayınlar.

Siyah (veya kara) cisim, teknik bir terim olarak, üzerine düşen ışığı tamamen soğuran nesne olarak tanımlanıyor. Bunlara, ışığın hepsini soğurduğu için, ideal siyah cisim de denebiliyor. Standart terimler olmasa da, üzerine düşen ışığı kısmen soğuranlara gri cisim, tamamen yansıtana da beyaz cisim deniyor. Eğer soğurma oranı ışığın rengine bağlıysa, o zaman renklere göre bir adlandırma uygulanabilir. Örneğin, sadece mavi rengi yansıtan, diğer renkleri soğuran bir nesneye mavi cisim diyebiliriz. "Siyah cisim" iyi tanımlanmış bir bilimsel terim. Diğerleri değil, ama ara sıra bunların da, yukarıdaki anlamlarıyla kullanıldığına tanık oluyoruz.

**Pencereye baktığımızda hem karşıyı görmemizin hem de kendi yansımamızı görmemizin dalga kuramında açıklaması var. Tanecik kuramında da var mı? Bir de de Broglie hipotezi hakkında bilgi verebilir misiniz? Onur Tuna**

Dalga modeline göre, cama çarpan dalganın bir kısmı geçerken, bir kısmı da yansır. Yani bir dalga birbirinden bağımsız iki parçaya bölünebilir. Ama aynı şeyi tanecikler için söyleyemeyiz. Taneciklerin bölünemez olduğunu baştan kabul ettiğimiz için, cama çarpan parçacık, ya hiç cama geçmeden tümünden yansımaya ya da hiç yansımadan tümünden geçmeli.

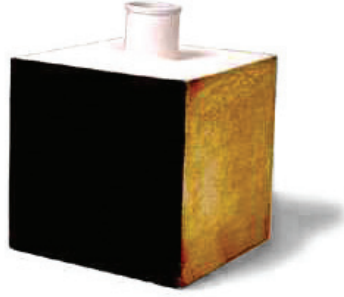
Doğa yasaları konusunda "küçük" bir fedakarlıkta bulunursak, tanecik modeliyle de söz konusu olayı açıklayabiliriz. Vazgeçmemiz gereken şey determinizm (belirlenimci-

Dikkat edilirse, tanım sadece başka bir kaynaktan cismin üzerine yöneltilen ışığı temel alıyor. Bu nedenle, güneş gibi parlak bir ışık kaynağı altında, siyah cisimler siyah, beyaz cisimler de beyaz görünür (örneğin, kömür tebeşirden daha siyahtır). Bu koşullarda, yukarıdaki bilimsel terimler, günlük hayatımızda kullandıklarımızla aynı anlama sahip. Buna karşın, eğer başka bir ışık kaynağı yoksa, o zaman görüntü tamamen değişir. Gece yakılan mangala bir tebeşir atarsanız, kömürlerin daha parlak, tebeşirince koyu olduğunu görürsünüz. Bu durumda da kömürün bir siyah cisim, tebeşirince beyaz cisim olduğunu söylüyoruz. Dolayısıyla, cisimlerin ürettiği ışık söz konusu olduğunda, bilimsel terimler, günlük hayatta kullandıklarımızdan tam tersi anlama sahipler.

Siyah cisimlerin ışıması konusuna Ağustos 2006 sayısında değinmiştik. Detaya inmeden kısaca değinelim. Işığın soğurulması ve yayınlanması birbirlerinin tersi süreçler (zaman ters yönde akarsa, soğurma yayınlama gibi görünür). Bu da bize, bu iki olayın ortak bir mekanizması olduğunu söylüyor. Buradan hareket ederek, ışığı iyi soğuran

lik). Yani, aynı koşullarda tekrarlanan deneylerin her zaman aynı sonucu vermesi gerektiğinde ısrar etmemek gerekiyor. Bu durumda, cama çarpan tanecik, belli bir olasılıkla ya tümünden yansıyor, ya da (geri kalan olasılıkla) tümünden cama geçiyor. Dolayısıyla, cama doğru yol alan bir tanecik verildiğinde, bu taneciğin herhangi bir özelliğine bakarak, yansır mı yoksa geçer mi karar veremiyoruz. Tanecik cama çarptığı anda, bir seçim yapılıyor (nasıl? Bu soru kısmen bugün bile tartışma konusu) ve gidilecek yön belirleniyor. Taneciğin hangi yolu izleyeceği öngörülemez, dolayısıyla determinizm yok. Biz sadece, olası yolların hangi olasılıkla izleneceğini hesaplayabiliyoruz.

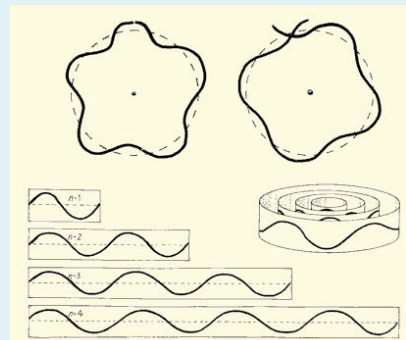
Cama çarpan ışık çok sayıda tanecik içerdiği için, ışığın taneciklerinin bir kısmı yansıyor, geri kalanı da geçiyor. Yani bu modelde de ışık iki parçaya bölünebiliyor. Fakat, tek tek tanecikler için ikiye bölünme söz konusu değil.



cisimlerin aynı zamanda iyi ışıma yaptığı sonucunu çıkarıyoruz. Kömür tebeşirden daha siyah olduğu için, her ikisi de mangala atıldığında kömür daha parlak görünüyor.

Sir John Leslie adında bir İskoç bilim adamı, sorduğunuz soruyu cevaplamak için 1804 yılında şöyle bir deney tasarlamış. İçi boş bir metal küpün bir yüzünü cilalayarak parlatmış (yani ayna gibi, gelen ışığı iyi yansıtan bir yüzey yapmış), bir yüzünü siyaha boyamış, bir yüzünü bakırla kaplamış (ne tam yansıtıcı, ne de tam siyah) vs. Sonra da küpü kaynar suyla doldurarak, değişik yüzlerden yayınlanan ısı ışımayı ölçmüş. Sonuç olarak, yukarıda anlattıklarımızla uyumlu bir şekilde, en fazla ışımanın siyah yüzden, en azının da parlak yüzden çıktığını tespit etmiş.

İşıma miktarı sadece cismin sıcaklığına ve yüzeyin niteliğine bağlı. Yani, küpün içinde su veya başka bir maddenin olması hiç bir şey değiştirmiyor. Yüzeyi istediğiniz bir malzemeyle kaplayarak, ışıma düzeyini ayarlayabilirsiniz. Bu anlamda, cisme verdiğiniz ısının da pek bir önemi yok. Önemli olan sıcaklık. Eğer iki cisim aynı sıcaklıkta ve aynı toplam yüzey alanına sahipse ve cisimlerden biri daha siyahsa, o zaman ışıma olan daha fazla ışıma yapar. (Gerçi, oda sıcaklığı civarındaki ışıma kızılötesi bölgesinde olduğu için, cisimlerin tayfın bu bölgesinde siyah olup olmadığına bakmak gerekir, ama bir çok durumda görünür bölgede siyah olanlar kızılötesi bölgede de siyah. Örneğin, Leslie küpündeki parlatılmış yüzey, kızılötesi ışığı da iyi yansıtır. Öyleyse bu yüz, kızılötesinde de "beyaz" ve dolayısıyla en az ışıma bu yüzden çıkıyor.)



De Broglie dalgaları

de Broglie, sadece ışığın değil, elektron gibi gerçek parçacıkların da onlara eşlik eden bir dalgaya sahip olduğunu iddia etmişti. Nasıl ışık için dalga ve tanecik modellerini beraber kullanıyorsak, diğer parçacıklar için de aynı yapılabılır. Yukarıdaki açıklama da, örneğin elektronlar için, aynı derecede geçerli olacaktır.