

## DALGALAR

### 1.1 Giriş

Lise 3 Fizigin ilk konusu olan mekanik dalgalar ve özellikleri ileriki konularda islenecek isik ve elektromanyetik dalgaları için temel teskil etmektedir. Bunun için bu konunun tam olarak anlasılması diğerkonuları öğrenmekte kolaylık sağlayacaktır.

Durgun suya attığımız bir tas, suya çarptığı noktadan itibaren su üzerinde daire şekilleri oluşturur, sarmal bir yay üzerinde yay boyunca ilerleyen atma bir dalgadır yada statlarda seyircilerin takımlarını desteklemek için tribünlerde yaptıkları Meksika dalgası yine güzel bir örnektir ☺

Dalgaların en önemli özelliklerinden birisi sadece sarsıntıyı iletmesidir. Su üzerinde bir balonu dalgalı bir ortamda izlersek balonun sabit kaldığını görebiliriz, ya da sarmal yayın üzerine bir kurdele bağladığınız düşünün, kurdele asla hareket etmeyecektir. Bunu en güzel yan yana dizilmiş 5 tane bilye ile gözleyebiliriz. Dizili olan bilyelere başka bir bilye çarptığı zaman sadece diğerkonuları hareket edecektir. Yani sadece **sarsıntı** iletilecektir.



Sekil 1-1a



Sekil 1-1b

### 1.2 Mekanik Dalgalar

Bir ortamdaki parçacıkların, denge durumu etrafındaki titreşimleri sonucu oluşan dalgalara **Mekanik Dalga** denir. Bu dalgaları meydana getirebilmek için, enerji kaynağına ve elastik bir ortama ihtiyaç vardır.



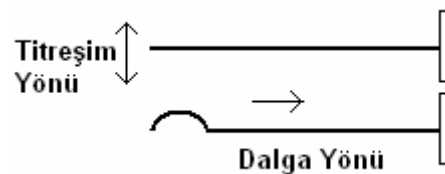
Sekil 1-2

Yandaki sarmal yay üzerinde işaretlediğimiz X Y ve Z noktaları ile herhangi bir sarsıntının nasıl iletildiğine bakalım.

X noktasının sola doğru çekip bırakalım, etki-tepki prensibine göre Y noktası X noktasını denge durumuna çağıracaktır, bu sırada Y noktası da sola doğru hareket edecektir. Şimdi tam tersini yapalım, X noktasını Y ye doğru itelim. Diğer duruma benzer bir olayı hareketleri zıt yönde olarak burada gözlemleyebiliriz. Mekanik dalgalar başlığı altında ilk yazdığımız şey bu dalgaları meydana getirebilmek için bir enerji kaynağına ihtiyacımızın olmasıydı, X noktasını bir enerji kaynağı ile denge noktası etrafında hareket ettirsek meydana gelen sarsıntı ile Y daha sonra Z noktası hareket edecektir. Böylece en basta enerji kaynağımız vasıtasıyla X e kazandırdığımız yer değiştirme, parçacıktan parçacığa devam edecektir. Buradaki bilinmesi gereken en önemli şeylerden birisi de **maddenin bir yerden başka bir yere taşınmamasıdır**.

Mekanik dalgaları ileten ortamın parçacıklarına ait hareket şekline göre dalgalar ikiye ayrılırlar. Enine dalgalar ve boyuna dalgalar.

#### 1.2a Enine Dalgalar

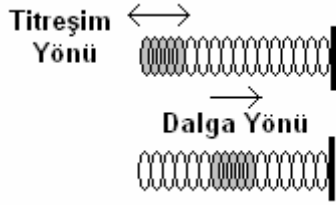


Sekil 1-3a

Bir ucu bir noktaya sabitlenmiş ipin serbest ucu şekildeki gibi aşağı yukarı hareket ettirildiği zaman ip boyunca pesi sıra tepe ve çukurların sabit noktaya doğru hareket ettiğini görürüz. Pesisi sıra hareket eden bu tepe ve çukurlara **dalga katari** denir. Şimdi bakalım; ortamı oluşturan parçacıklar, yani ip, hareket yönü yu-

kari asagi, dalganin hareket yönü ise saga dogrudur. Yani dalgayi olusturan iki hareket birbirine dik. Enine dalgalari tanimlarken artik sunu diye biliriz; **ortami olusturan parçaciklarin hareketi dalga yönüne dik olan dalgalar enine dalgalardir.**

### 1.2b Boyuna Dalgalar



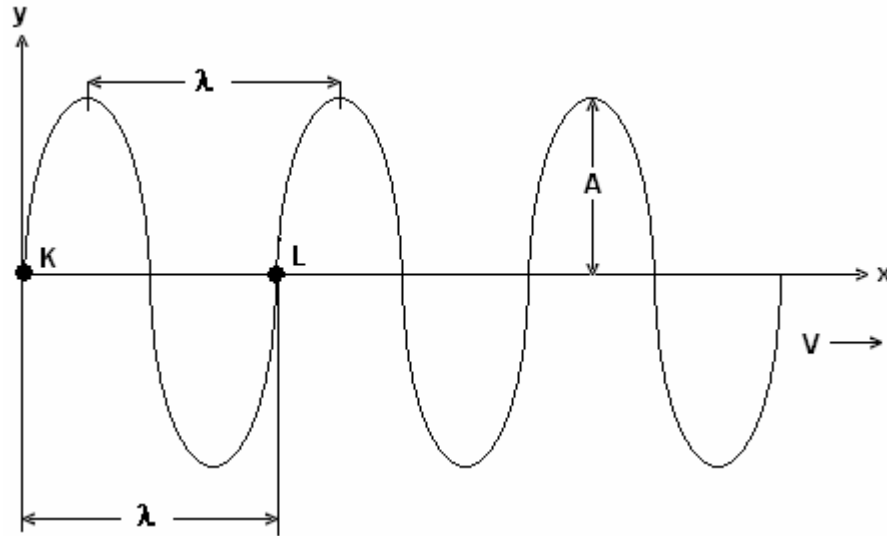
Sekil 1-2b

Bu sefer bir ucu sabitlenmiş yay parçasının serbest ucunu sıkıştırıp bırakalım, sıkıştırdığımız yay parçaları eski durumuna dönmek isteyeceklerdir ve eski haline gelmek için bu seferde sağ taraftaki yay parçalarını sıkıştırmaya başlayacaklar ve bu böyle sürüp gidecektir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, ortamı oluşturan parçacıklar yani yay, sadece denge durumu çerçevesinde titresecektir, yayda

sağ tarafa doğru ilerleyen yayın kendisi değil sıkıştırma değildir. **Boyuna dalgalarda, titreşim yönü ile dalga yönü birbirlerine paraleldir.**

### 1.3 Frekans ve Periyot

Bir dalga hareketi esnasında, ortamı oluşturan parçacıklar belli zaman aralıklarında aynı hareketi yapabilirler, isterseniz bu durumu Sekil 1-2a nin daha gelişmişisi üzerinde aşağıdaki şekilde inceleyelim..



Sekil 1.3

(f) **Frekans**; birim zamanda titreşim sayısıdır, birimi  $s^{-1}$  yada (Hz) Hertz dir.

(T) **Periyot**; tam bir hareketin kendini tekrar etme süresidir, birimi (s) saniyedir.

Frekans ile periyot arasındaki bağıntıya bakacak olursak;

$$f = \frac{1}{T}$$

**Denklem 1.1**

dir, buradan ufak bir işlem ile periyodu bulabilirsiniz.

$$T = \frac{1}{f}$$

**Denklem 1.2**

(l) **Dalga Boyu**; bir dalga katarında art arda gelen iki nokta arası K ve L noktaları gibi yada iki tepe arası kısaca **ardışık iki özdes nokta arasında kalan uzaklığa dalga boyu denir**, birimi SI sisteminde **(m) metredir**.

(A) **Dalga Genliği**; Tepe veya çukurların denge konumuna olan uzaklığına dalga genliği denir.

Bir yayda yada su üzerinde oluşturulan dalgaların hızını şu şekilde tarif edebiliriz, dalga boyunun ( $\lambda$ ) 1s de aldığı yolun, bu zaman aralığında ki frekansı ( $f$ ) ile çarpımına esittir.

$$v = \lambda \cdot f$$

**Denklem 1.3**

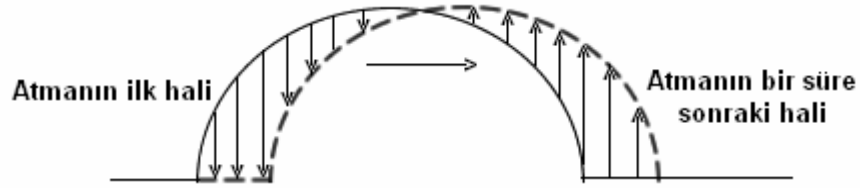
Bu ifadeyi hem enine hem de boyuna dalgalar için kullanabiliriz.

**NOT:** Bir dalga'nın enerjisi, genliğinin ve frekansının karesi ile doğru orantılıdır.

#### 1.4 Sarmal Yaylar Üzerindeki Dalga Hareketleri

Dalgalar konusunun esas amacı, ileriki konularda göreceğimiz ışığın davranışını daha net şekilde anlayabilmektir. Bu yüzden şimdi tek boyutta hareket eden sarmal yayların hareketlerini inceleyeceğiz.

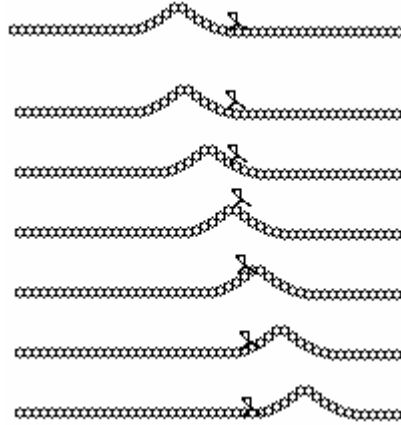
Bir yayı uçlarında tutup gergin duruma getirelim ve uca yakın bir noktadan yay doğrultusunda dik olarak çekip bırakalım, yani yayda bir sarsıntı verelim bir başka deyişle yayda atma oluşturalım ve aşağıdaki Şekil 1.4a'yi inceleyelim.



Sekil 1.4a

Atma üzerindeki hakların hareketi sürekli zıt yönde olmasına rağmen halka atma sağa doğru ilerlemekte ve şeklindeki bir değişiklik olmamaktadır. Yukarıdaki şekilde atmanın ilerleme doğrultusu ile atmanın yönü birbirine diktir.

Şimdi olayı daha iyi gözlemleyebilmek için sarmal yayımıza bir kurdele bağlayalım ve tekrar bir atma oluşturalım.



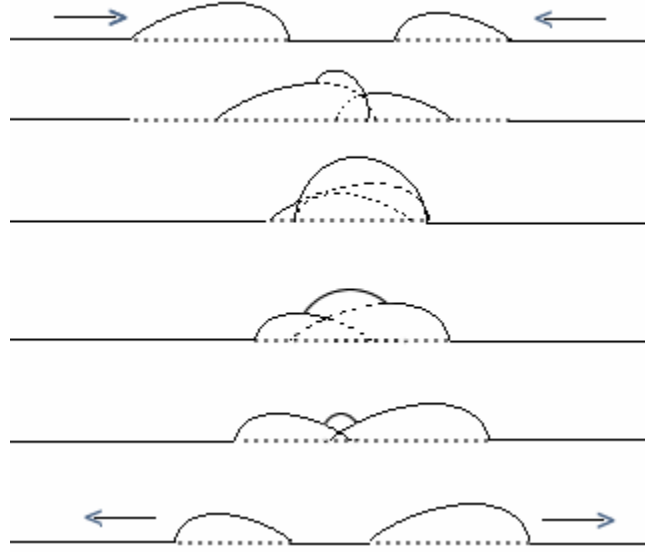
Sekil 1.4b

Burada gösterilmek istenen olay; kurdelelerin ilerlemediği, ilerleyen yaydaki atma olduğudur. Atma sarmal yayda sağa doğru ilerlerken, kurdele aşağı-yukarı salınım hareketi yapar.

#### 1.4a Atmaların Birbiri İçinden Geçmesi ve Üst Üste Binmesi

Şu ana kadar sarmal yay üzerinde yayılmakta olan tek bir dalgayı inceledik, peki ya iki zıt uçlarda oluşturduğumuz atmalar karşılaşırsa ne olacak? Atmalar aynı yay üzerinde birbirleri ile karşılaşıncaya kadar birbirlerinin hareketlerini bozmazlar ve şekillerini değiştirmezler fakat

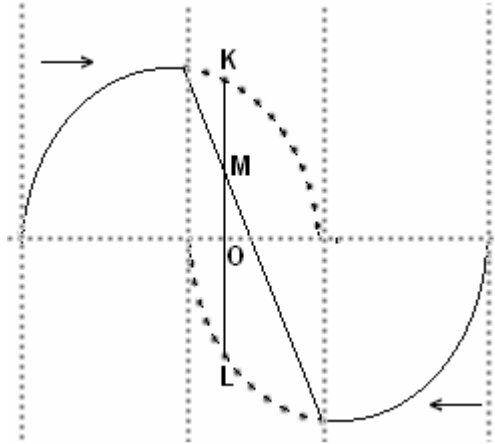
karsilastiklari zaman bu iki atmaya benzemeyen bileske bir atma meydana getirirler. Iki atma karsilastiklari zaman **üst üste binme prensibi** ile bileskeleri bulunur.



Sekil 1.4c

Atmalar bir birleri içinden geçtikten sonra şekilleri bozulmadan yollarına devam ederler.

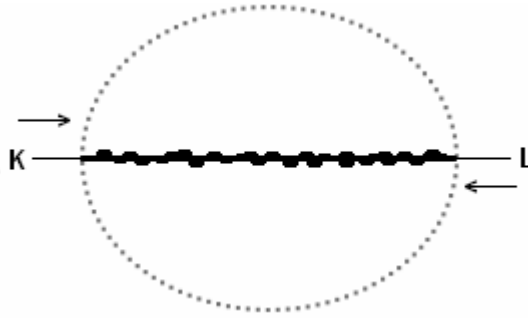
Bu sefer karsilikli olarak iki adet simetrik ve zit atmalar gönderelim ve durumlarini asagidaki sekil vasitasi ile inceleyelim.



Sekil 1.4d

O noktamız iki simetrik zit atmalarımızın karsilastigi noktalardan bir tanesidir, soldan gelen atma O noktasina yukari dogru  $|OK|$  yer degistirme saglarken, sagdan gelen atma yine O noktasini  $|OL|$  yer degistirmesi yaptiracaktır. Bu durumda O noktasinin yer degistirmesini hesaplayalim yani  $|OM|$  yi hesaplayacaz.  $|OM|$  diger yer degistirmelerin farkina esit olacagindan  $|OM| = |OK| - |OL|$  olacaktır. Buradan su sonucu çıkartabiliriz, iki zit atmanın karsilastigi noktanin bileske yer degistirmesi, atmalarin olusturdugu yer degistirme farki kadardir.

Simdide bu iki simetrik zit atmalarin tam olarak bir biri üstüne geldikleri durumu inceleyelim.



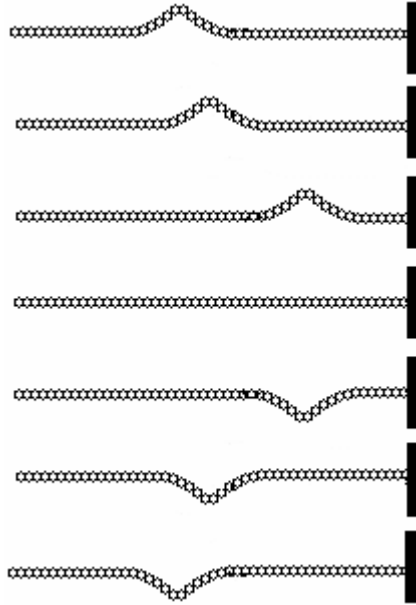
Sekil 1.4e

K – L arasindaki yer degistirmeler birbirini yok edecektir ve bir an için bileske atmanin yer degistirmesi sifir olacaktır. Bir baska ifade ile birbirlerini söndüreceklerdir. Burada bilinmesi gereken önemli bir husus ise; yayın olusturan halkalar tam sönüm halinde denge durumundan geçtikleri için hareketsiz degildir.

Baska bir durum ise simetrik olmayan iki zit dalgalarin karsilasmasidir, burada da durum farkli olmayacaktır, yine birbirleri içinden geçerek hizlarini ve sekillerini koruyacaktır, bu dalgalarin en önemli özelliklerinden birisidir.

### 1.4b Dalgalarin Yansimasi

Suana kadar dalgalarini incelerken önümüze sabit bir engel çıkmamisti, simdi yayimizi bir ucunu sabitleyelim ve bir atma gönderelim.

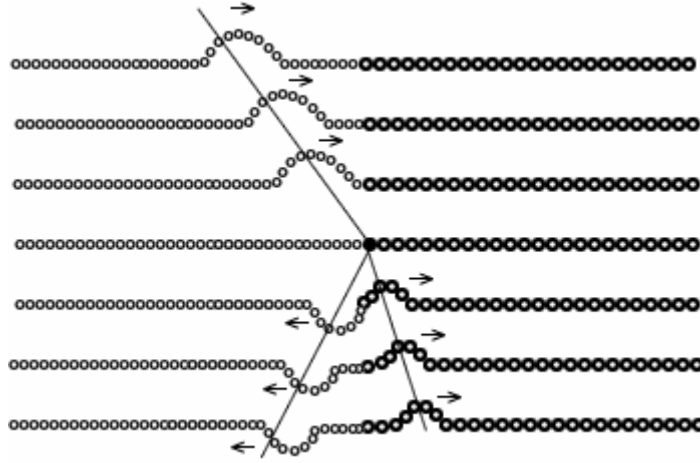


Sekil 1.4f

Gelen atma sabitlenmiş uca rastladığı zaman ters dönerek yansır, bu yansima sonucunda atmanin hizi, genisligi ve genligi degismez, ilk durumdaki özelliklerini sadece ters dönerek korur. Yukarıda sekilde de görüldüğü gibi gelen atmalar ve yansiyan atmalar birlestirildigi zaman ortaya bir dogru çıkar, bunun anlami hizin sabit olmasidir. Ayni sekilde bu dogrunun yatay ile sabit açi yapmasi gelen dalga ile yansiyan dalganin esit hizlarda oldugunu gösterir. Bunun tek nedeni gelen ve yansiyan dalganin ayni yay üzerinde olmasidir.

### 1.4c Dalgaların İletilmesi

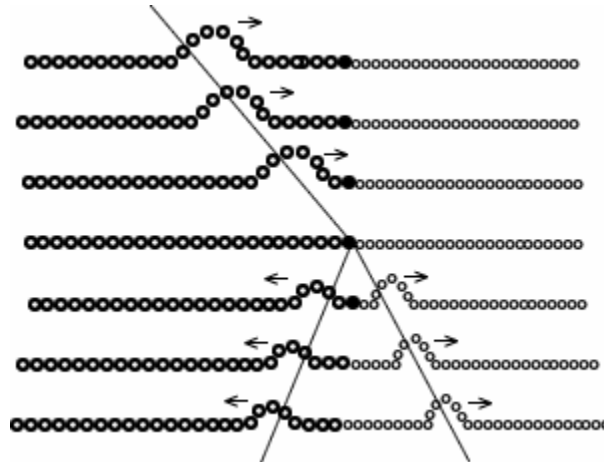
Farklı kalınlıkta iki yay kullanılması durumunda atmaların nasıl davrandıklarını görelim. Bu durumda atma hem yansiyacak hem de diğer yay özelliğine göre bir takım iletimler söz konusu olacaktır.



Sekil 1.4g

Sekildeki ince yayımıza daha ağır bir yay bağlayıp bas yukarı bir atma gönderdiğimizde, atma bağlantı noktasına geldiğinde sanki karşısında bir engel varmış gibi ya da ucu sabitmiş gibi bas aşağı olarak yansiyacak, diğer taraftan ağır yayda ise bas yukarı bir atma oluşacaktır. Bununla birlikte atmalarımızın genliği ve hızında bazı değişiklikler söz konusudur. Yansıyan ve iletilen atmaların genliği, gelen atmaya göre küçüldüğü ve hafif yayımızda oluşan yansıma atmasının ağır yayda oluşan iletim atmadan daha hızlı ilerlediği görülür.

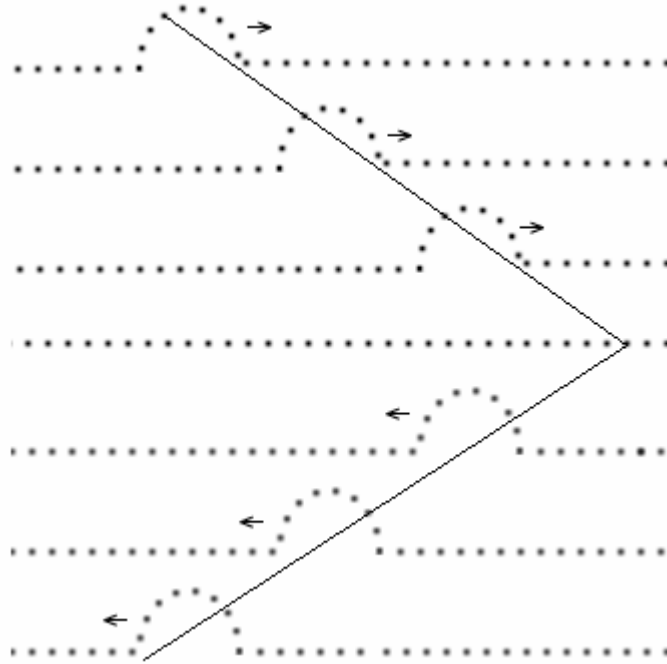
Şimdi olayı tam tersine çevirelim, bu sefer ilk atmamızı ağır yay tarafında yine bas yukarı olarak oluşturalım.



Sekil 1.4h

Ağır yay üstünde oluşturduğumuz bas yukarı atma, bağlantı noktasına geldiği zaman ikiye ayrılacak, hafif ve ya da bas yukarı atma olarak iletilirken, yine ağır yayda bas yukarı olarak geri yansiyacaktır. Diğer durumda da olduğu gibi yine yansıyan ve iletilen atmanın genliği küçülecek, yansıyan atmanın genliği gelen atmanın genliği ile aynı kalacak. Ağır yay üzerinde yansıyan dalganın hızı gelen atma ile aynı kalırken, hafif yay üzerinde iletilen dalganın hızı ağır olan yaydaki atmadan daha büyük olacaktır.

Bir baska durum ise bir ucu serbest olan yaydaki dalga hareketidir.



Sekil 1.4i

Bir ucu serbest olan yaya bas yukari bir atma gönderdigimiz zaman, atma serbest uçtan ayni genlikte ve yine bas yukari olarak ayni hizla yansiyacaktır.

#### Sonuç olarak;

- Ucuca eklenmiş iki yayda bir atma oluşturulduğu zaman, oluşturulan atmanın bir kısmı iletilirken diğer bir kısmının yansıdığı gözlenir fakat yaylardan biri diğerine göre çok hafif yada çok ağır ise iletilen atma gözlenmeyecektir.
- Hafif ve ağır yayların eklenmesi ile oluşturulan bir sistemde, hafif yay tarafında oluşturulan bir atma ek noktasında ters dönerek yansır. (Bas yukari bas asagi olarak yansir ve bas yukari olarak iletilir)
- Eger atma ağır taraftan gönderilir ise, iletilen ve yansıyan dalgada bir değişiklik olmaz. (Bas yukari bas olarak yansir ve iletilir)
- Atma hizi yayların kalınlığına göre değişir, ağır yayda yavaş giden bir dalga, hafif yayda daha hızlı ilerler.
- Gelen ve yansıyan dalganın genişliği aynı kalır fakat iletilen dalganın genişliği değişir.
- Zıt yönlü iki atma karşılaştıkları zaman birbirlerini içinden geçerek hiçbir değişikliğe uğramadan yollarına devam ederler.

Yay üzerinde ilerleyen dalgaların kısa sürelerde değişmediğini gördük, fakat bu dalga birkaç yansımadan sonra atmaların küçüldüğü ve sönümlendiği gözlenir, bunun sebebi yayın iç direnci ve yayın bulunduğu ortamdır. O zaman bunu söyleyebiliriz, aynı ortamda iç direnci büyük olan yaylarda atma daha çabuk sönür. İdeal yaylarda ise yayların iç direnci ve dış ortamdaki kaynaklanan sönümleri daha rahat çalışabilmek için dikkate almıyoruz.

Sarmal yaylarda gözlemediğimiz tüm sonuçları ışık dalgaları içinde kullanabiliriz, iki ışık demeti karşılaştıkları zaman hiçbir değişikliğe uğramadan birbirleri içinden geçerler aynı şekilde ortamı değiştiren ışık, ortamı değiştirirken bir kısmı yansır diğer bir kısmı ise kırılarak ortamı değiştirir. Şu ana kadar tek boyutlu dalgalarda çalıştık, fakat ışık için dalga modelini açıklamada biraz daha ileri gitmemiz gerekli, bunun içinde sıradaki konumuz su dalgalarıdır.