

FİZ201

DALGALAR LABORATUVARI

Dr. F. Betül KAYNAK

Dr. Akın BACIOĞLU

LASER

(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

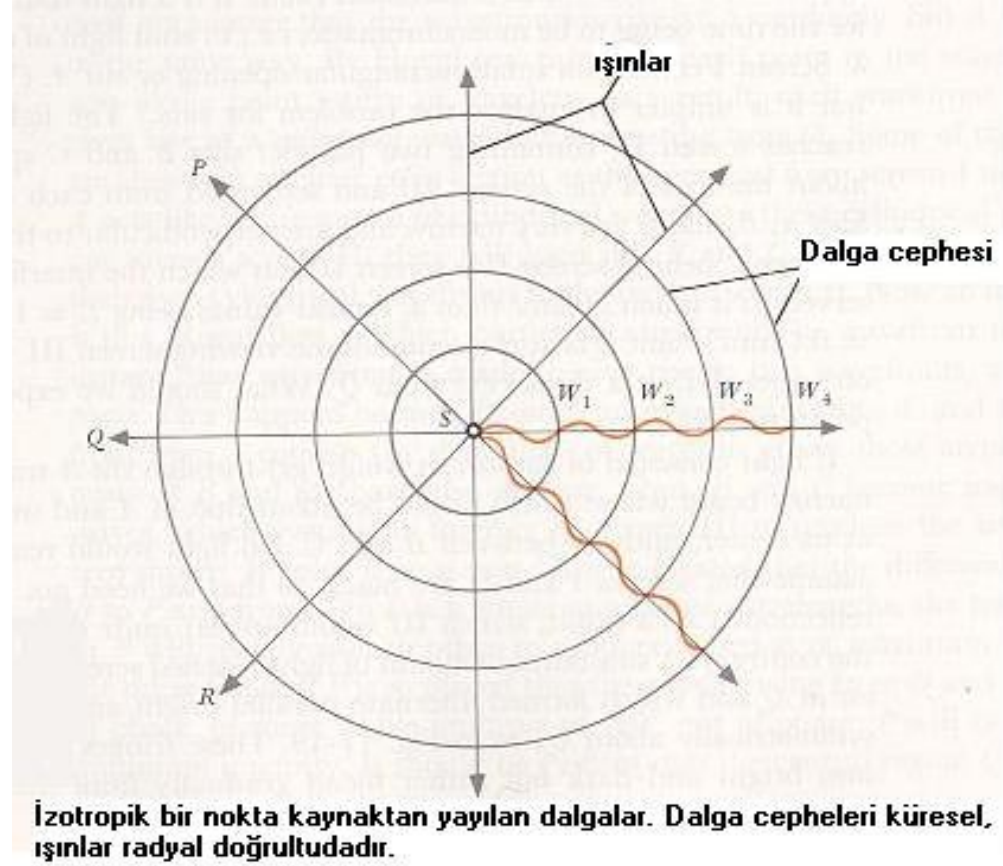
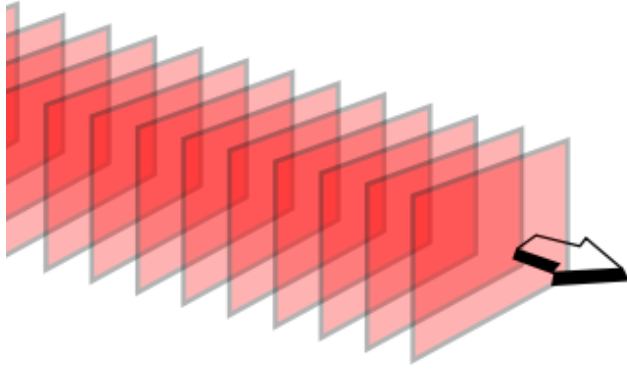
Özellikleri → Koherens (eş fazlı ve aynı uzaysal yönelime sahip),
monokromatik (tek dalgaboylu),
lazeri oluşturan ışık demetinin minimal sapma özelliği (collimation)



En çok kullanılan laserler ve dalgaboyları

Tipi	Dalgaboyu (nm)	Kullanıldığı Yer
Ar-FI	514.5 ve 488	litografi
He-Cd	325 – 442	yazıcı – dizgi
He-Ne	543, 594, 612 ve 632.8	spektroskopi ve bar-kod taraması
Kripton	647.1 – 676.4	beyaz ışık lazerin oluşturulmasında
Rubi(yakut rengi)	694.3	holografi, dövme çıkarılması
Nd-YAG	1064	Ameliyatlarda
CO ₂	10600	Ameliyat, kesme / kaynak
Azot	337.1	Hava kirliliğinin ölçülmesi

Dalga Cephesi



İzotropik bir nokta kaynaktan yayılan dalgalar. Dalga cepheleri küresel, ışınlar radyal doğrultudadır.

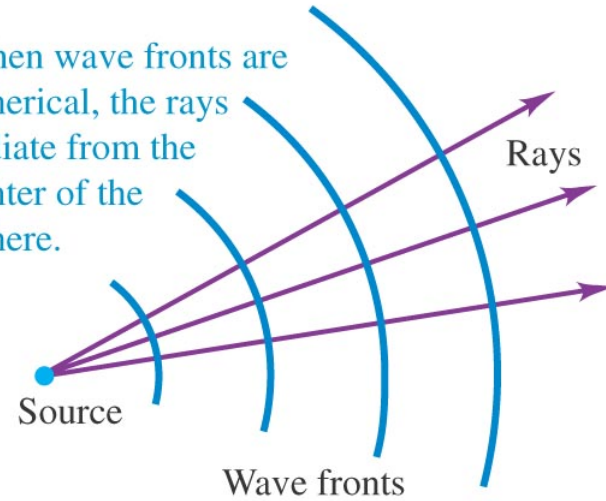
S gibi noktasal bir dalga kaynağı düşünelim. Kaynak dalgaları bütün doğrultularda eşit olarak göndersin. Yani kaynak izotropik bir kaynak olsun. Bütün bu dalgalarla eşit fazda olan noktaları birleştiren yüzeye *dalga cephesi* (wavefront) adı verilir.

Dalga Cephesi

Işığın yayılma yönünü tanımlarken, ışık dalgasını dalga cephesi yerine ışınlar olarak temsil etmek birçok durumda kolaylık sağlar. Dalgalar Homojen Bir ortamda ilerlerken ışınlar her zaman dalga cephelerine diktir. İki dalga cephesi arasındaki mesafe bir dalgaboyu kadardır.

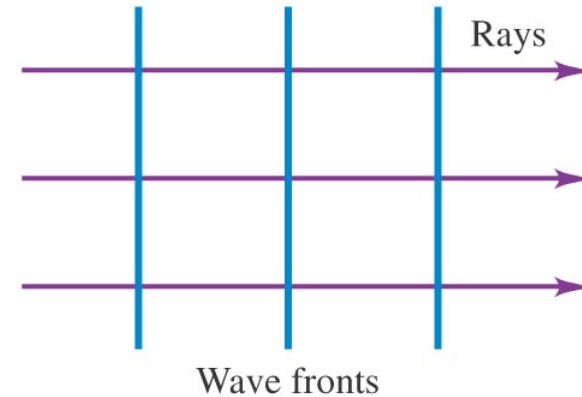
(a)

When wave fronts are spherical, the rays radiate from the center of the sphere.



(b)

When wave fronts are planar, the rays are perpendicular to the wave fronts and parallel to each other.



Işık

- Işık elektromanyetik dalgadır.
- Cisimlerin ışığa karşı değişik tepkileri vardır. Işık bir cisme çarpınca bir kısmı yansır, bir kısmı geçer ya da soğurulur. Bu durum cismin parlaklığına ve saydam olup olmadığına bağlıdır.
- Siyah cisimler dışında her madde ışığı az ya da çok yansıtır.
- Parlak metal ve ayna yüzeyleri üzerine düşen ışığın büyük bir kısmını yansıtırlar.

Yansima ve Geçme

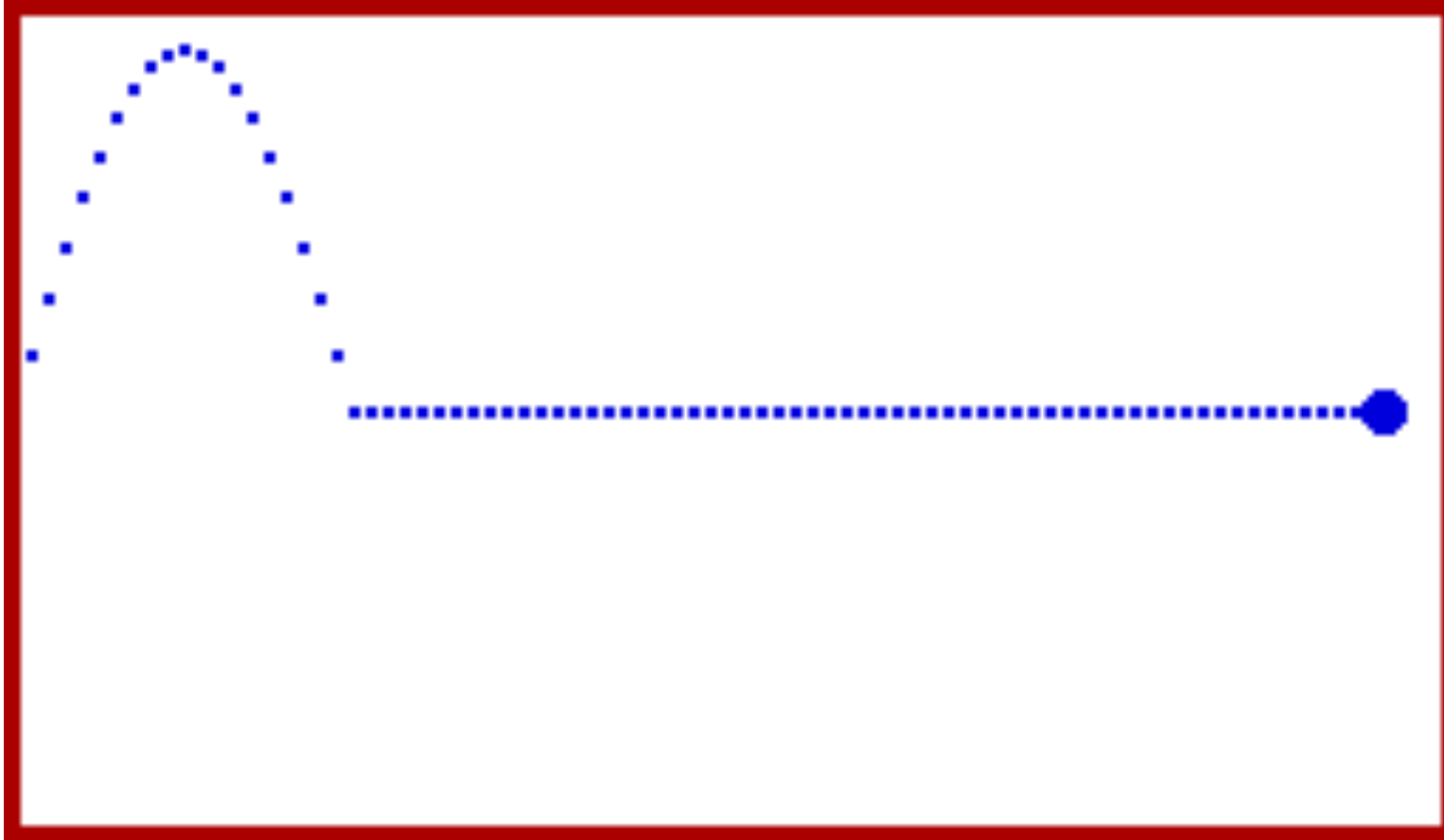
Bir sicimde ilerleyen bir dalganın farklı bir ortama geldiğinde yansması ve geçmesi:

Sabit uçtan yansima

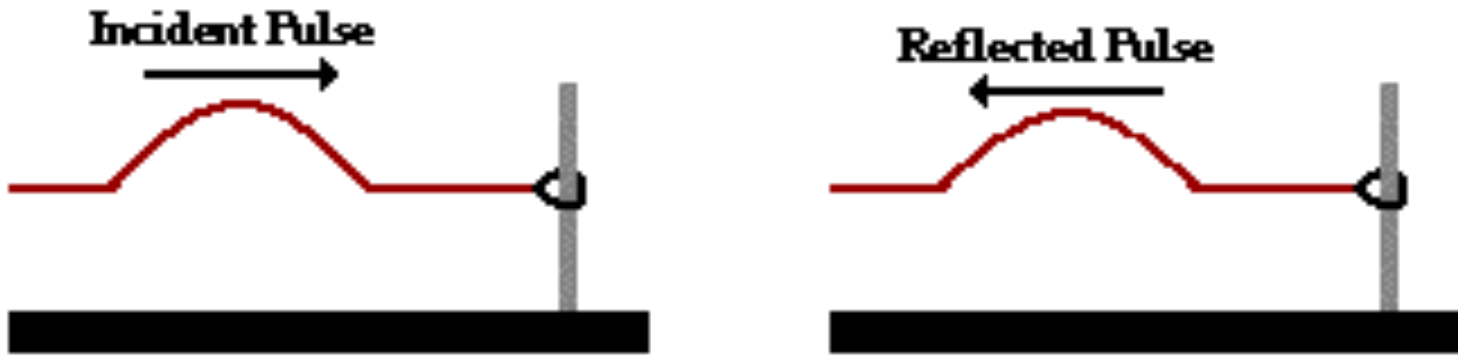


Yansıyan atma gelen atma ile aynı hızda, dalgaboyunda ve genliktedir.

Sabit uçtan yansıma

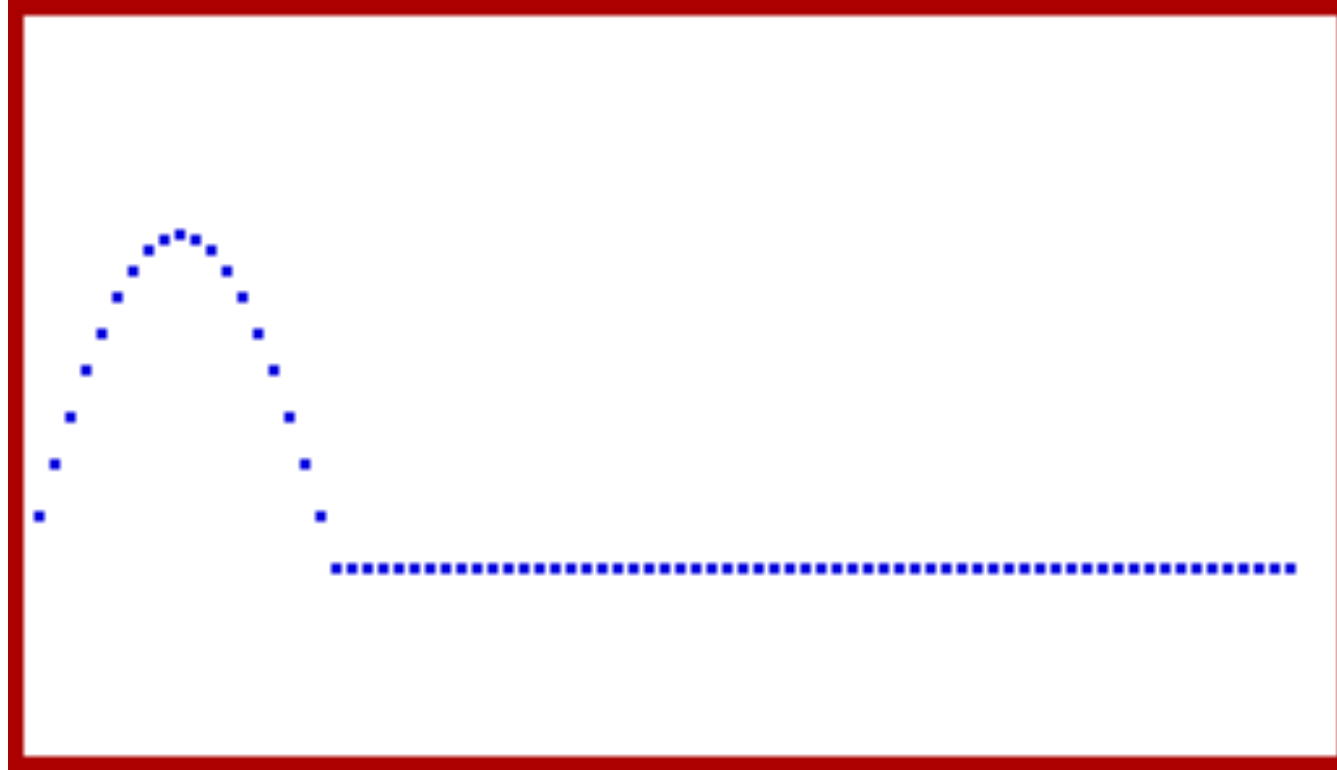


Serbest uçtan yansıma



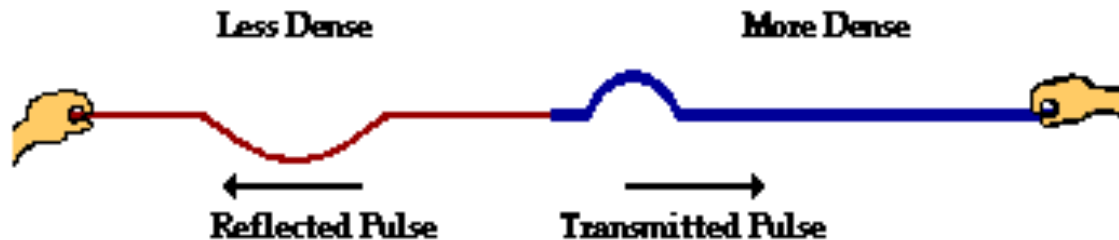
Yansıyan atma gelen atma ile aynı hızda, dalgaboyunda ve genliktedir.
Bu durumda yansıyan atma ters dönmemiştir.

Serbest Uçtan Yansırna



Dalganın yayıldığı ortam değişirse ne olur?

A wave traveling from a less dense to a more dense medium...



...will be reflected off the boundary and transmitted across the boundary into the new medium. The reflected pulse is inverted.

- Yansıyan dalganın hızı ve dalgaboyu değişmez fakat genliği azalır.

- Daha yoğun bir ortam kısmına geçen dalganın hızı, dalgaboyu ve genliği azalır.

Less Dense Medium

More Dense Medium

↑
Boundary

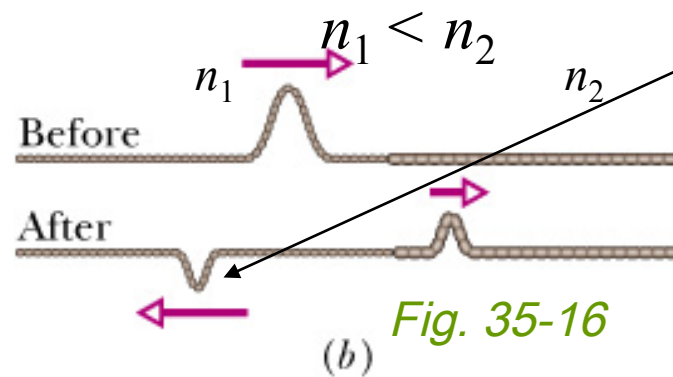
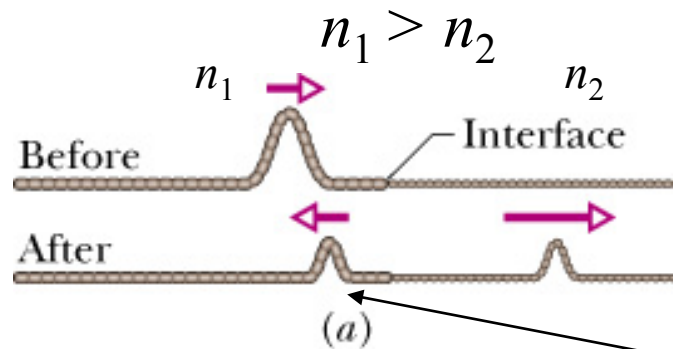


Fig. 35-16

Reflection

Off lower index
Off higher index

Reflection Phase Shift

0

0.5 wavelength

Işığın Yansıması ve Kırılması

Işığın yansıması ve kırılması geometrik optik diliyle en elverişli biçimde tartışılır. Geometrik optikte, ışığın yayılması türdeş bir ortamda doğru boyunca ilerleyen ışınlarla temsil edilir. Işığın yayılması tam bir doğru ile temsil edilir.

Bunların iki ortamın ara yüzeyindeki davranışları da yansıma kanunları veya kırılma kanunları gibi basit iki kural ile belirlenir.

Işığın Kırılması (Refraction)

Bir saydam ortamdan başka bir saydam ortama geçen ışık demetinin bir kısmı bu iki ortamı ayıran yüzey üzerinde yansırken, bir kısmı da doğrultusunu değiştirerek diğer ortama geçer. Işığın bir saydam ortamdan diğerine geçerken doğrultusunu değiştirmesine **ışığın kırılması** denir.

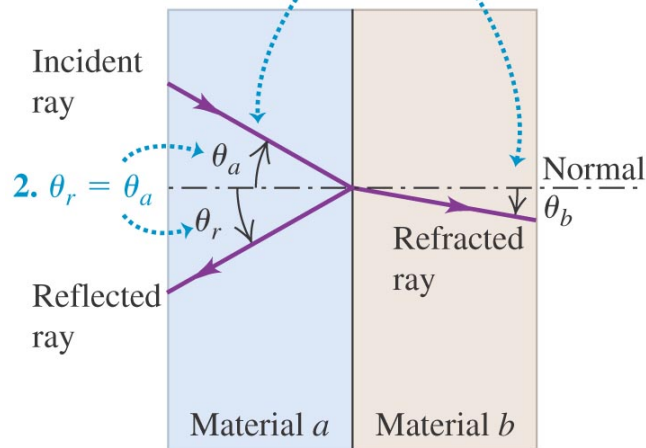
Kırılma Kanunları

- 1-Gelen ışın, normal , kırılan ışın ve ayırma yüzeyi aynı düzlemdedir.
- 2- Işık ışınları az yoğun ortamdan çok yoğun ortama geçerken normale yaklaşarak kırılır.
- 3- Çok yoğun ortamdan az yoğun ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılır.

Işığın Kırılması

1. The incident, reflected, and refracted rays and the normal to the surface all lie in the same plane.

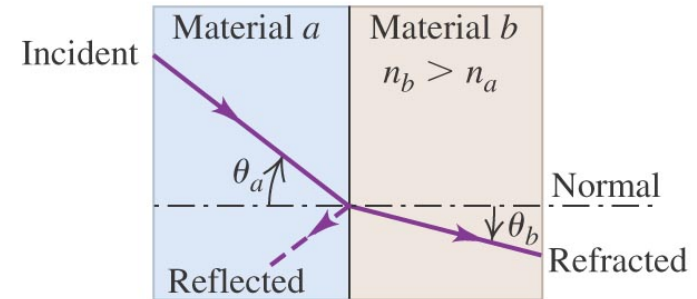
Angles θ_a , θ_b , and θ_r are measured from the normal.



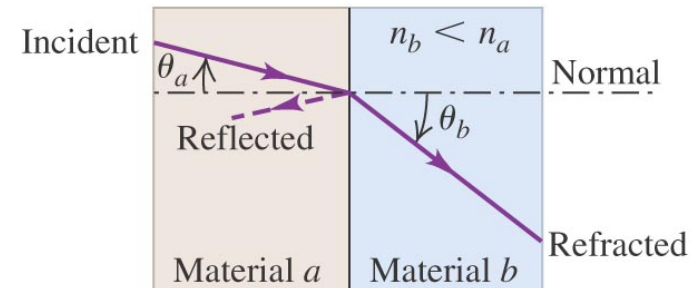
3. When a monochromatic light ray crosses the interface between two given materials a and b , the angles θ_a and θ_b are related to the indexes of refraction of a and b by

$$\frac{\sin\theta_a}{\sin\theta_b} = \frac{n_b}{n_a}$$

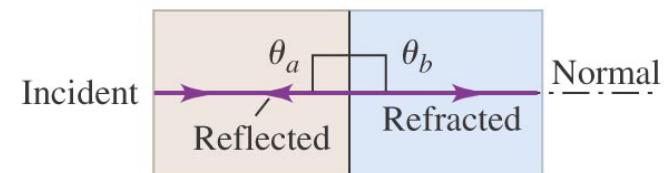
- (a) A ray entering a material of *larger* index of refraction bends *toward* the normal.



- (b) A ray entering a material of *smaller* index of refraction bends *away from* the normal.



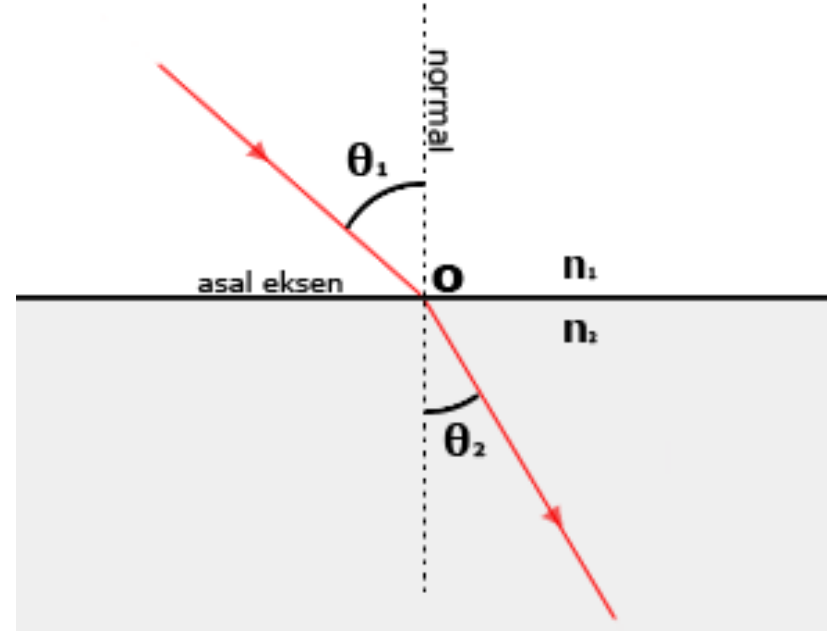
- (c) A ray oriented along the normal does not bend, regardless of the materials.



Snell Yasası

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Bu denkleme göre ortamların kırma (kırıcılık) indisleri ışığın o ortamdaki hızıyla ters orantılıdır. Kırma indisi ne kadar büyükse ışık o kadar yavaş hareket eder.



$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

n_1 = ışığın geldiği ortamın kırma indisi (katsayısı)

n_2 = ışığın gittiği ortamın kırma indisi (katsayısı)

θ_1 = ışığın geliş doğrultusunun normalle yaptığı açı

θ_2 = ışığın kırıldıktan sonraki gidiş doğrultusunun normalle yaptığı açı

Normal: Bir optik sisteminde ışığın kırıldığı noktadan asal eksene çizilen dikme.

Snell Yasası

Işık bir ortamdan diğerine ilerlerken [frekansı](#) değişmez.

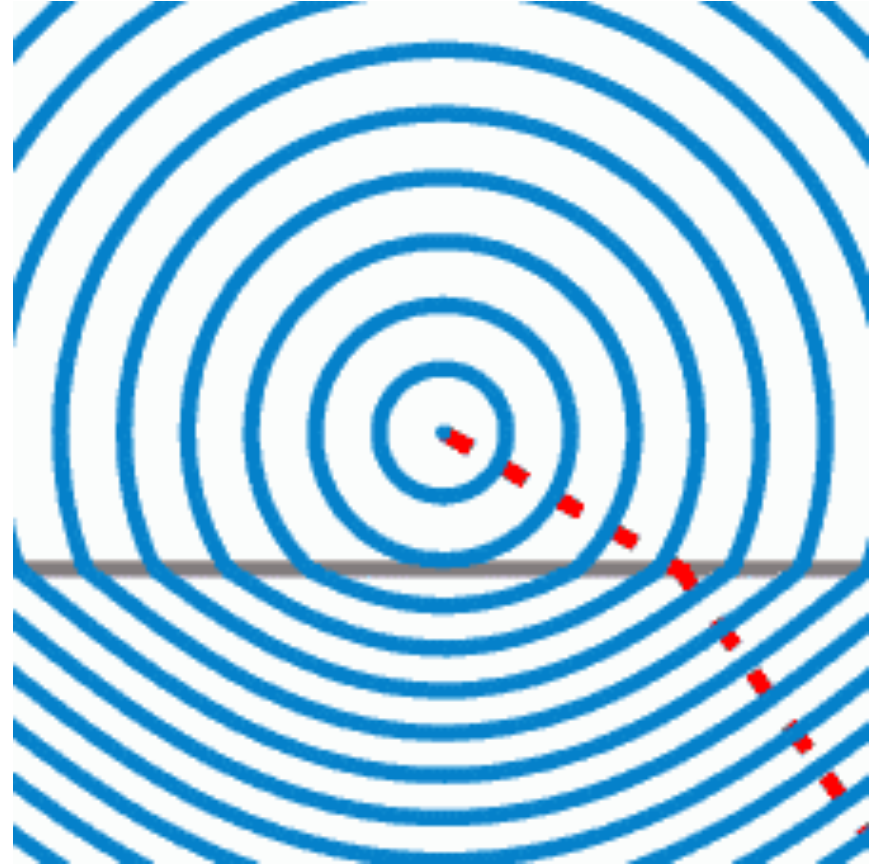
Işık bir ortamdan diğerine geçerken, hızı her iki ortamda farklı olduğu için kırılır.

Herhangi bir maddesel ortamdaki ışığın hızı boşluktakinden daha azdır. Işık boşlukta maksimum hızda(c) ilerler.

Bir ortamın " n" kırma indisini, ışığın boşluktaki hızının (c), ortamdaki hızına (v) oranı belirler.

$$n = c / v$$

Bu tanımdan anlıyoruz ki kırılma indisi (1)' den büyük ve boyutsuz bir sayıdır; çünkü v daima c 'den küçüktür.



Kırma indisi nedir?

Bir maddenin **kırma indisi**, o maddede yol alan [ışığın](#), boşlukta yol alan ışığa göre ne kadar yavaş ilerlediğini gösteren bir katsayıdır. Genellikle n sembolü ile gösterilir.

Bazı maddelerin kırma indisleri

Boşluk 1.0

[Hava](#) 1.0003

[Su](#) 1.333

[Buz](#) 1.309

[Cam](#) 1.5 ile 1.7 arası (Camın kalitesine göre)

Parlatılmış cam 1.517

Hafif parlatılmış cam 1.575

Sert parlatılmış cam 1.650

[Sıvı karbondioksit](#) 1.200

[Aseton](#) 1.360

[Alkol](#) 1.329

[Etil alkol](#) 1.360

Şekerli su (%30) 1.380

Şekerli su (%80) 1.490

[Florid](#) 1.434

[Quartz](#) 1.644

Erimiş quartz 1.460

[Sodyum klorit](#) 1.530

[Polistiren](#) 1.550

[Zümrüt](#) 1.570

[Topaz](#)(Sarı yakut) 1.610

[Rubi](#)(Kırmızı yakut) 1.770

[Safir](#)(Mavi yakut) 1.770

[Elmas](#) 2.419

[Karbon bisulfid](#) 1.630

[Kristal](#) 2.000

[Krom oksit](#) 2.705

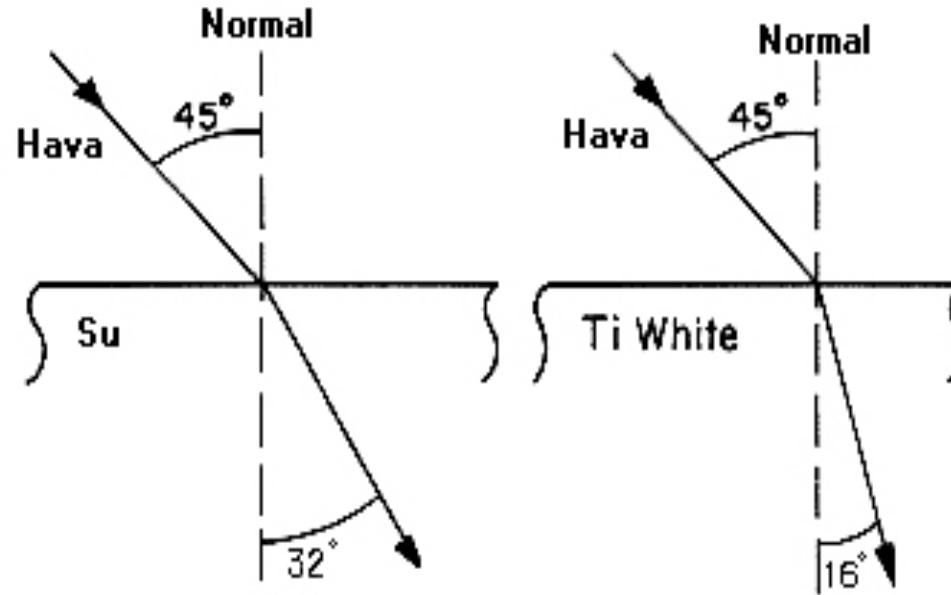
[Bakır oksit](#) 2.705

[Amorf selenyum](#) 2.920

Kristalize [iyot](#) 3.340

Metilen [iyot](#) 1.740

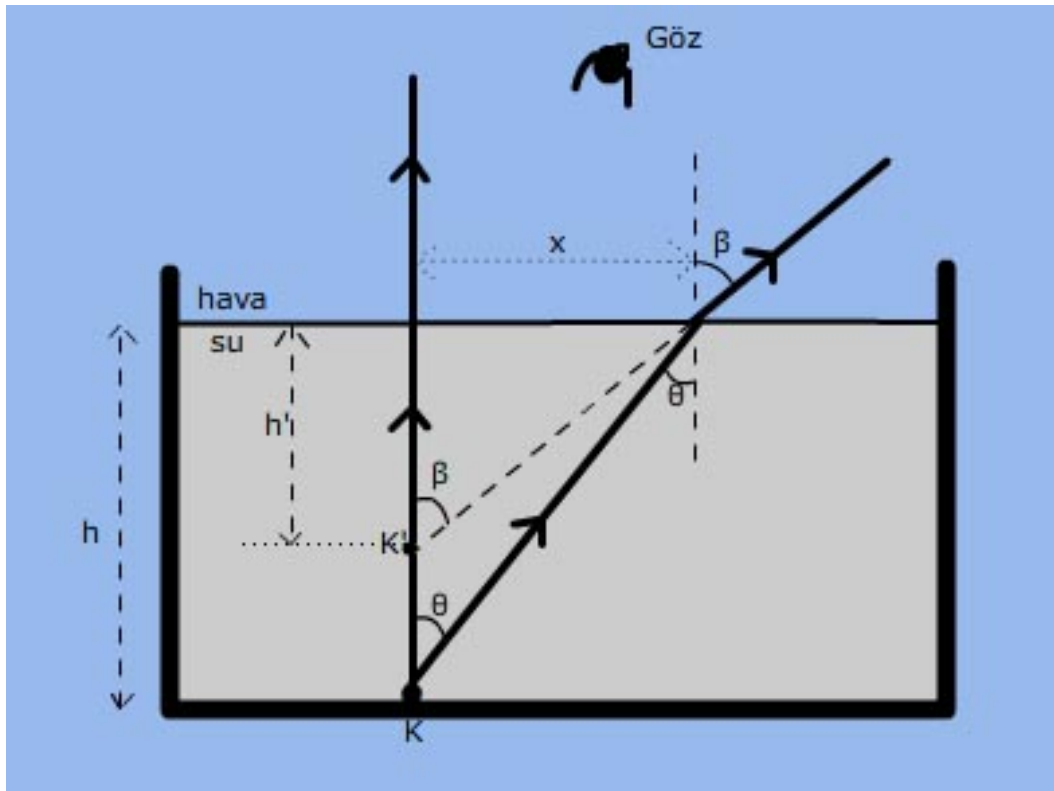
Gelen ışığın geliş açısı büyüdükçe kırılma açısı da büyür. Kırıcı ortamın yoğunluğu arttıkça kırılma da daha büyük olur. Kırılan ışın doğru boyunca yayılır. Gelen ışın, kırılan ışın ve normal tek bir düzlemde bulunur. Yüzeye dik olarak gelen ışın kırılmaz.



Kırılma saydam ortamın yoğunluğuna bağlıdır. Yukarıdaki örnekte hava içinden 45° ile gelen ışın, su içine girerken 32° açı ile kırılmaya uğrarken, Titanyum beyazı içine girince 16° açı ile kırılmaktadır. Işık yoğunluğu az ortamdan yoğunluğu çok ortama girdiğinde hızı azalır. Yani belirli bir dalga uzunluğu ile gelen ışın, ortam değiştirdiğinde eğer bu ortam daha yoğunsa dalga uzunluğu kısalır.

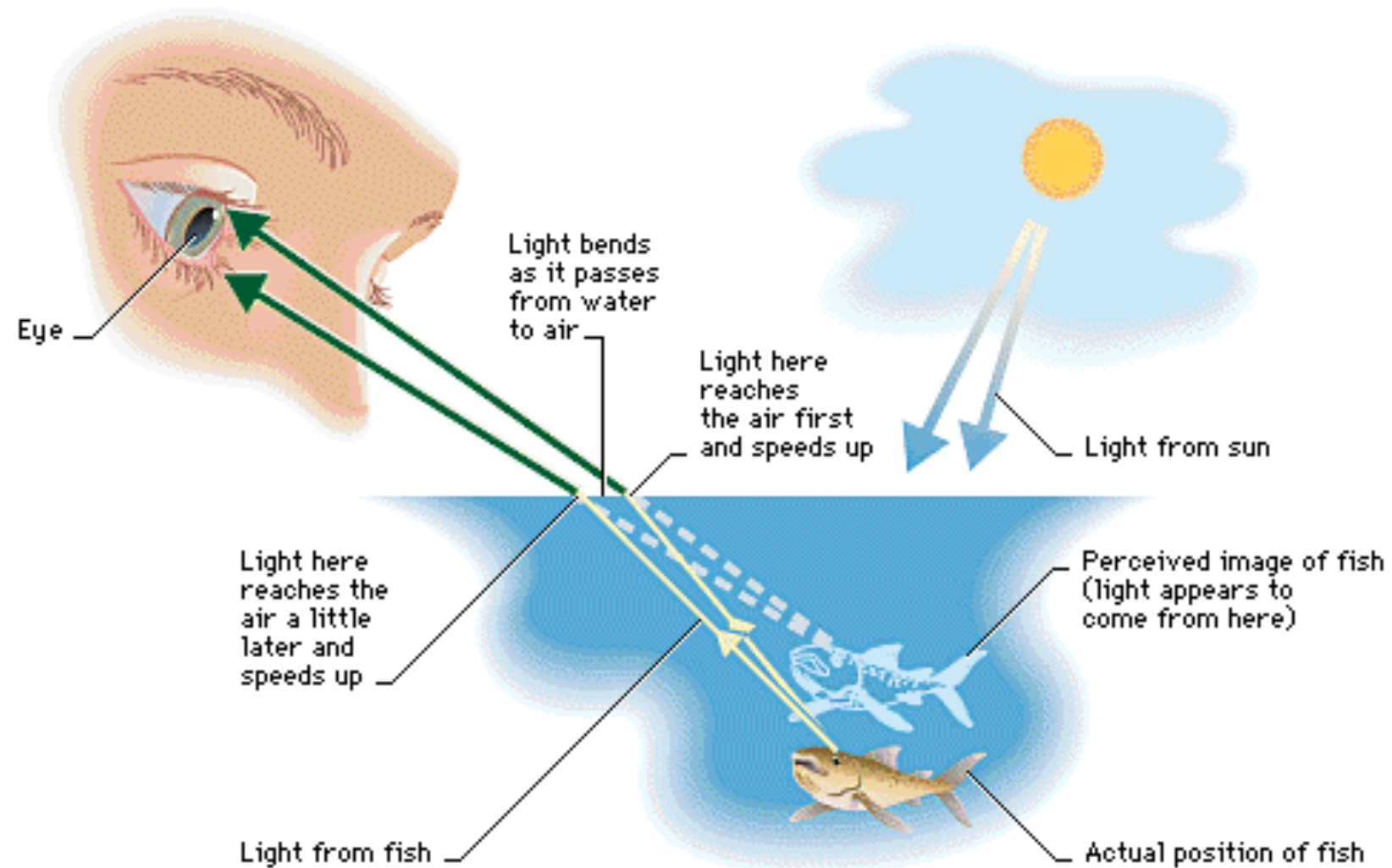
Görünür Derinlik:

Bulunduğumuz ortamdan kırıcılık indisleri farklı saydam ortamlardaki cisimlere baktığımızda, bulundukları yerlerden farklı yerlerde görürüz. Mesela akvaryuma üstten bakıldığında balıklar yüzeye çok yakın görülür. Su dolu havuza üstten bakıldığında, havuzun derinliği, olduğundan daha yakın algılanır. Sonuç olarak az yoğun ortamdan çok yoğun ortamdaki cisimlere bakan gözlemciler cismi daha yakında, çok yoğun ortamdan az yoğun ortama bakan gözlemciler ise daha uzakta görür.



Şekilde görüldüğü gibi az yoğun ortamdan çok yoğun ortama normal ya da normale yakın yerden bakılırsa cisim gerçek yerinden daha yakında görülür.

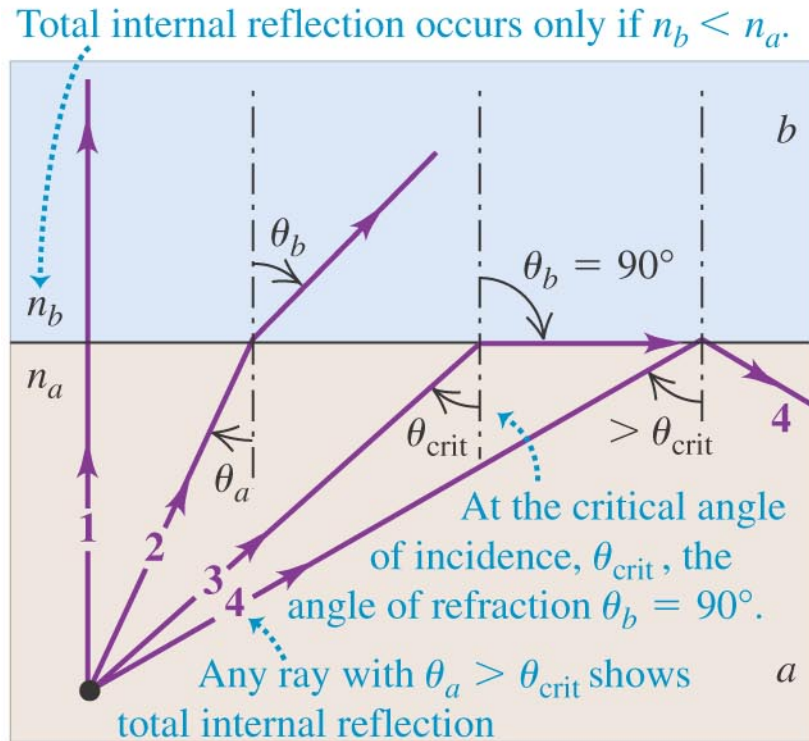
Işığın Kırılması



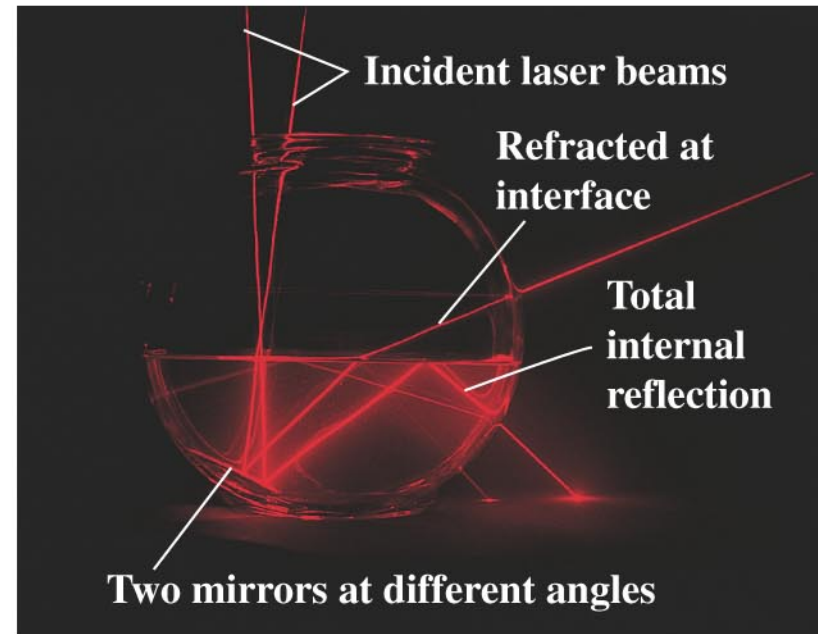
İç Tüm Yansımada

Geliş açısı kritik değerden daha büyük olduğu zaman kırılan ışın yoktur, gelen ışın tümü ile yansıtılır. Bu olaya **iç tüm yansımada** denir.

(a) Total internal reflection



(b) Total internal reflection demonstrated with a laser, mirrors, and water in a fishbowl



İki saydam ortamı birbirinden ayıran düzleme **ayırma yüzeyi** denir. Işığın ayırma düzlemine değdiği noktadan bu düzleme çizilen dik doğru **normal** adını alır. Gelen ve kırılan ışının izlediği yollar ise **gelen ışın** ve **kırılan ışın** adını alır. Gelen ışının normal ile yaptığı açıya **gelme açısı**; kırılan ışının normal yaptığı açıya ise **kırılma açısı** denir. Gelen ışın , normal ve kırılan ışın aynı düzlem içindedir.

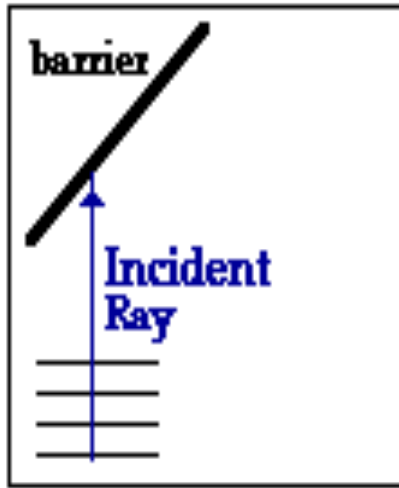
Kırıcılık özelliği saydam ortamın yoğunluğu ile ilgilidir. Ortamların bu özellikleri kırma indisi denilen sayılarla ifade edilir. Örneğin havanın kırma indisi 1 , camın kırma indisi 1.5 suyun kırma indisi 1.33 elmasın kırma indisi 2.42 dir. Bu rakamlar ışığın bu ortamlardaki hızarıyla orantılıdır. Kırma indisi küçük olan az kırıcı büyük olan ise çok kırıcı olarak da düşünülebilir.

Yansima Kanunu

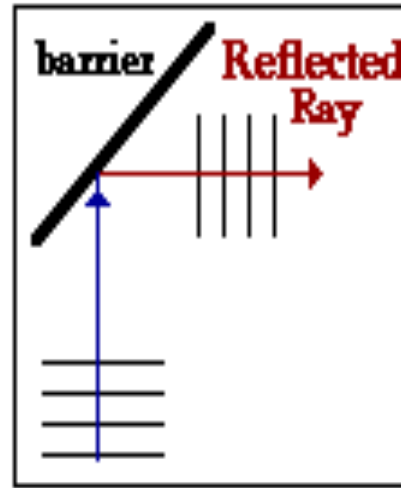
Saydam ortamda hareket eden ışığın herhangi bir yüzeye çarpıp geri dönmesine yansima denir. Yansima olayında ışığın hızı, frekansı, rengi yani hiçbir özelliği değişmez, sadece hareket yönü değişir.

- Gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali aynı düzlemde bulunur.
- Gelen ışının normale yaptığı açı, yansıyan ışının normale yaptığı açiya eşittir.
- Normal doğrultusunda gelen ışınlar, geldikleri doğrultuda geri yansır.

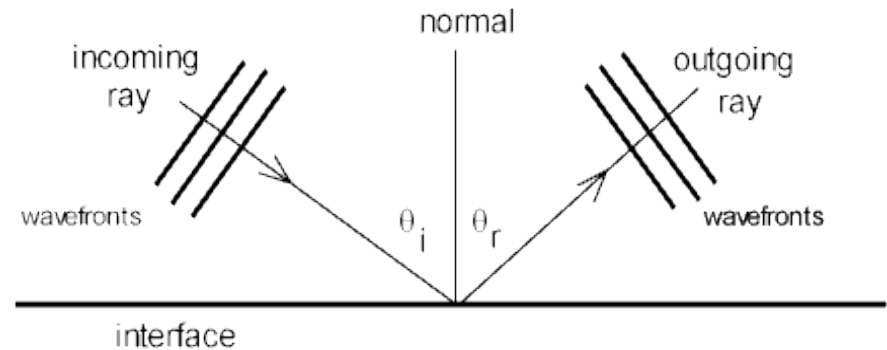
The Law of Reflection

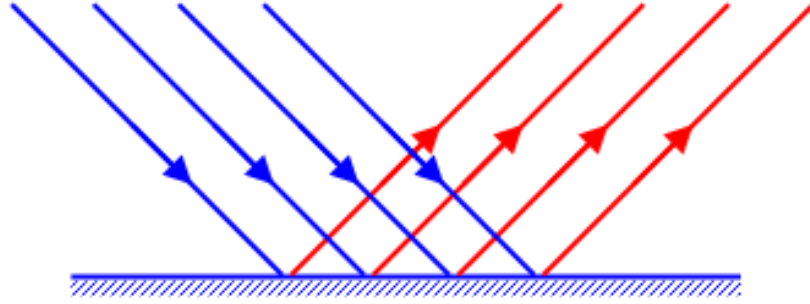


Before Reflection



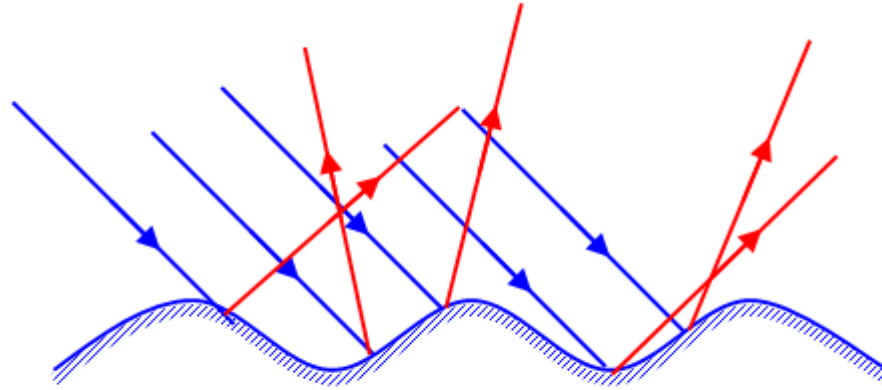
After Reflection





Düzgün Yansımaya

Işınların geldiği yüzey şeklindeki gibi düzgün olursa, bu yüzeyin her noktasında normaller birbirine paraleldir. Şekildeki gibi gelen ışınların gelme açıları birbirine yansıma açıları da birbirine eşit olur. Bundan dolayı yüzeye birbirine paralel gelen ışın demeti, yüzeyden de birbirine paralel olarak yansır. Bu yansıma düzgün yansıma denir



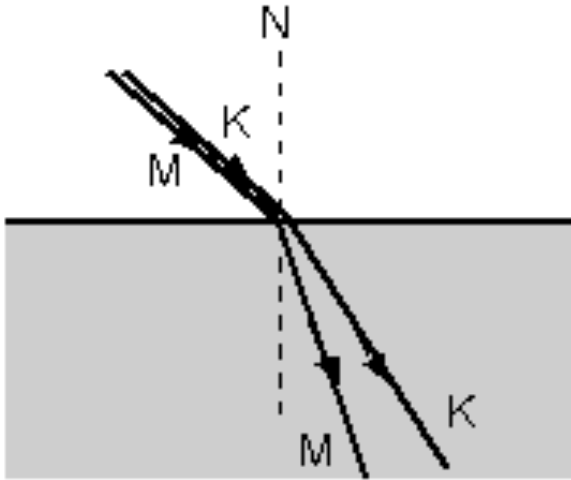
Dağınık Yansımaya

Eğer yüzey şeklindeki gibi düzgün değilse, yüzeyin bütün noktalarındaki normaller farklıdır. Yüzeye paralel gelen ışınların gelme açıları yansıma açılarına eşit olmaz. Bu yansıma dağınık yansıma denir.

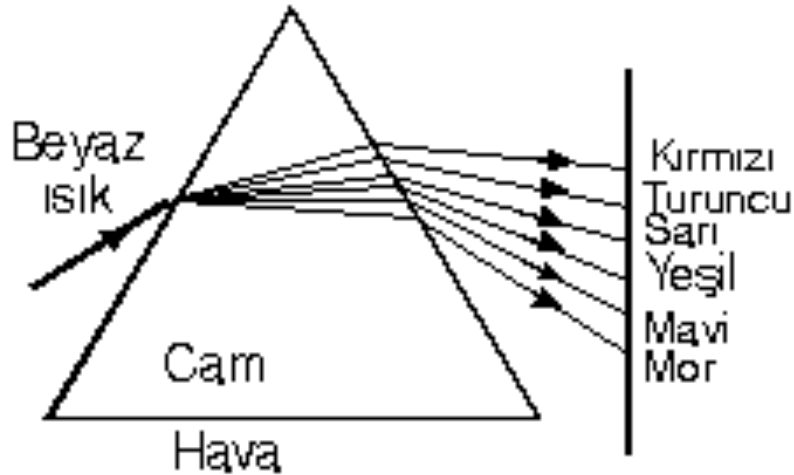


PRİZMA

Işık için saydam maddelerden yapılmış, birbiri ile belirli bir açı yapan iki düzlem yüzeyi olan cisimlere prizma denir.



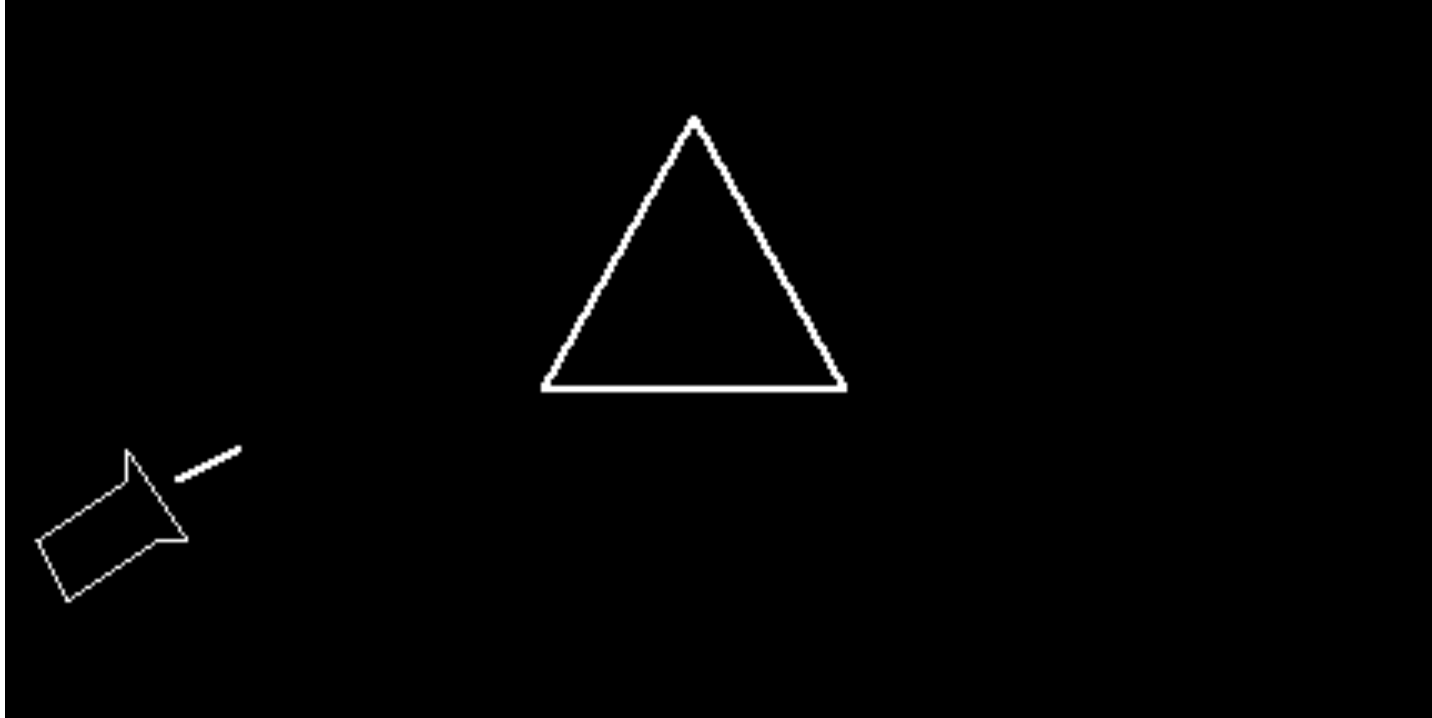
Aynı saydam düzleme şekildeki gibi eşit gelme açılarıyla gönderilen kırmızı ve mavi ışınların aynı miktarda kırılmadığı mavinin daha çok kırıldığı gözleniyor. Yani aynı ortam farklı ışınlar için farklı kırılma indisine sahipmiş gibi davranır.



Şekildeki prizmaya gönderilen beyaz ışık renk karışımı olduğundan bu renkler prizmadan geçerken farklı miktarlarda kırılırlar. En az kırmızı en çok ta mor ışın kırılır.

Dağınım

Prizmanın beyaz ışığı renklere ayırmasına **dağınım** denir. Beyaz ışık, bir renkler karışımıdır. Prizmanın beyaz ışığı renklere ayırması bize şunu gösterir: Değişik dalgalıboylarında ışık ışınları için prizma kırma çarpanı (n) farklıdır. Bu nedenle prizmaya beyaz ışık gönderildiğinde, her dalgalıboyu için kırma çarpanının farklı olması nedeniyle, prizmadan değişik sapma açıları ile kırılarak renklere ayrılır.



Herhangi bir maddenin kırma indisi ışığın dalgaboyuna bağılıdır. Işığın frekansı değişirse, prizmadan kırılan ışığın kırılma açısı değişecektir.

