

REFRAKTOMETRİ

Işık demetinin bir ortamdan yoğunluğu farklı başka bir ortama geçerken yön değiştirmesine *kırılma (refraksiyon)* denir.

Refraktometri, her ortamın kırılma indisinin farklı olması prensibini kullanarak, derişim ve madde miktarı gibi tayinleri yapmaya yarayan bir yöntemdir. Kırılma indisi, maddenin kaynama noktası, erime noktası, yoğunluğu gibi fiziksel özelliklerinden birisidir ve her maddeye özgü bir kırılma indisi vardır. Bu sebeple kalitatif ve kantitatif analizlerde kullanabileceğimiz bir metottur.

Kırılma İndisi:

Işığın boşluktaki (vakum) yayılma hızının madde içindeki yayılma hızına oranına *kırılma indisi* denir. Bir ortamın kırılma indisine n , elektromanyetik ışımının vakumdaki hızına c , elektromanyetik ışımının bu ortamdaki hızına da v dersek, şöyle bir bağıntı elde ederiz:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\text{Işığın Vakumdaki Hızı}}{\text{Işığın Madde İçindeki Yayılma Hızı}}$$

Kırılma indisi genellikle saydam cisimlerde ölçülür. Örneğin, organik sıvıların kırılma indisi 1,25 ile 1,80 arasında değişirken, katılarda bu değer 1,3 ile 2,5 arasındadır.

Işının geliş açısı, ışının hızı ve ortamın indisi ile orantılıdır. Işının geliş ve yansıma açılarının bilinmesi durumunda, iki ortamın kırılma indislerinin oranları bulunabilir. Ya da bir ortamın indisini biliniyorsa, diğer ortamın indisi de bu bağıntı sayesinde hesaplanabilir.

Snell Yasasına göre;

Işının bir ortama geliş açısı θ_1 , yansıma açısı θ_2 dersek,

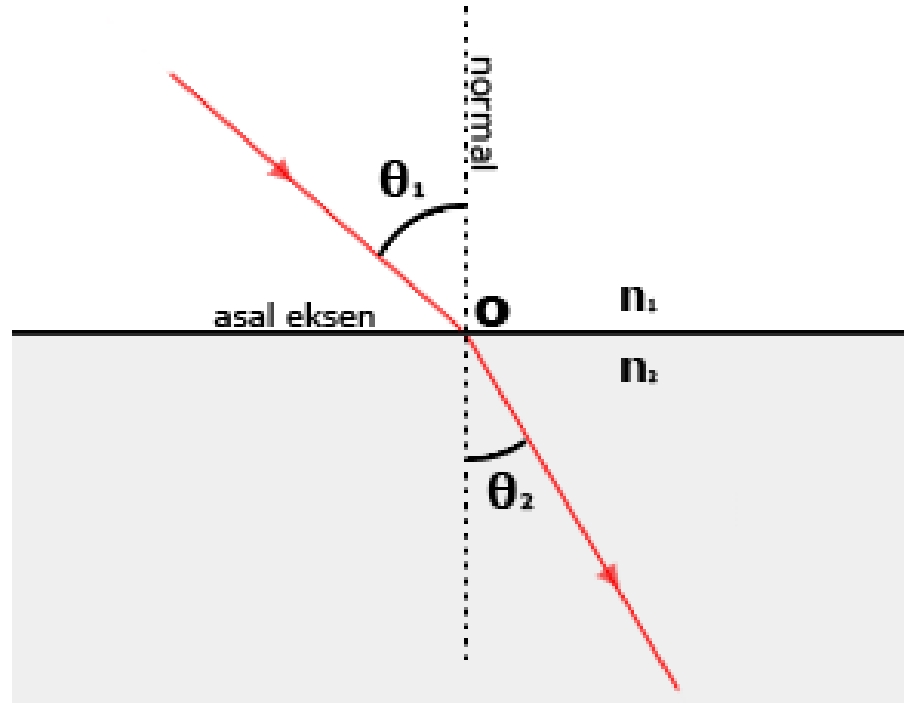
$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

v_1 : Işının 1. ortamdaki hızı

v_2 : Işının 2. ortamdaki hızı

n_1 : M_1 ortamın indisi

n_2 : M_2 ortamın indisi



M_1 vakum ortamı ise $v_1 = c$ olacağından $n_1 = 1$ dir.

Kırılma indisleri farklı olan bölgelerde ışının hareketi üç şekilde gerçekleşir:

- $n_2 > n_1$ koşulunda, θ_1 geliş açısı, θ_2 yansıma açısından daha büyük olacaktır. Geliş açısı büyüdükçe, kırılma açısı da büyür. Buna rağmen geliş açısı, kırılma açısından her zaman daha büyüktür.
- $n_1 > n_2$ koşulunda, çok yoğun ortamdan, az yoğun ortama geçiş sırasında yansıma açısı, geliş açısından daha büyüktür. Geliş açısı büyüdükçe, yansıma açısı da 90° 'ye yaklaşır.
- M_1 vakum ortamı ise $v_1 = c$ olacağından $n_1 = 1$ 'dir.

Kritik Açı (Sınır Açısı)

Işımanın 90° 'lik bir açı ile kırılmasını sağlayan geliş açısına *kritik açı* (θ_c) denir. Işının kritik açıdan daha küçük bir değerle gelmesi halinde, yansıma sonucu aydınlık bölge oluşur. Eğer ışın iki ortam arasındaki yüzeye kritik açıdan daha büyük bir açıyla gelirse, ışın kırılmaya değil, yansımaya uğrar ve karanlık bölge oluşur. Karanlık ve aydınlık bölgenin sınırı kritik açıya karşılık gelir.

Yoğunluğu büyük ortama kritik açıyla gelen bir ışın, 90° 'lik bir açı ile kırılır. Yoğunluğu küçük ortama 90° 'lik açı ile gelen bir ışın ise yoğunluğu büyük olan ortama kritik açı ile girer.

Snell yasasından yararlanarak şöyle bir bağıntı yazabiliriz:

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}$$

- Refraktometri cihazının içerisinde prizmalar kullanılır. Gönderdiğimiz ışın örnekten geçip prizmaya değişik açılarla gelir. Bir maddenin kırılma indisi, kullanılan ışımının dalga boyuna, sıcaklığa ve derişime ve basınca bağlıdır. Sıcaklık yükseldikçe kırılma indisi düşer. Sıcaklıktaki 1°C'lik değişme kırılma indisinde 0,00045 'lik bir fark doğurur. Bu nedenle kırılma indisi ile birlikte ölçüm sıcaklığını da belirtmek gerekir. Işının hızı frekansa bağımlıdır.
- Bunun dışında sıkıştırılabilen maddelerin kırılma indisi, basınca bağı olarak da değişir. Basınç artması yoğunlukta artışa neden olduğundan bir maddenin kırılma indisi de basıncın artmasıyla artar.
- Dalga boyunun kırılma indisine etki etmesinden dolayı, kullandığımız ışımının dalga boyu da bilinmelidir. Ortamın soğurma yapmadığı dalga boyunda dalga boyu değeri attıkça kırılma indisi azalır.
- Ortamın soğurma yaptığı dalga boyu yakınlarında ise dalga boyu değeri arttıkça kırılma indisi artar. Ticari refraktometrelerde genellikle sodyum atomunun yaydığı yaklaşık eşit şiddetlerdeki, 589,0 ve 589,6 nm'deki hatları kullanılır. Bu hatlar sodyum D hatları olarak adlandırılır.

Abbe Refraktometresi

Abbe refraktometresi en uygun ve en çok kullanılan refraktometredir. Abbe refraktometresinde iki prizmanın arasına kırılma indisi tayin edilecek madde sıvı film olarak yerleştirilir. Prizmalara gönderilen ışık ile, kritik açıdan daha küçük açı ile gelen ışınların oluşturduğu aydınlık bölge ve kritik açıdan daha büyük açıyla gelen ışınların oluşturduğu aydınlık bölge görülür.



Şekil 1. Abbe refraktometresinden elde edilen görüntüler

Nitel Analiz: Ölçülen kırılma indisi değerlerini, saf maddelerinin kırılma indisi değerleri ile karşılaştırarak refraktometrik nitel analiz yapılır.

Nicel Analiz: Ölçülen kırılma indisi değerlerine karşılık derişim değerleri tablo haline getirilerek, kalibrasyon denklemi oluşur. Bu denklem ile bilinmeyen çözeltinin derişimi bulunur.

Kırılma İndisi Ölçümünün Kullanıldığı Yerler

- Kırılma indisi, erime noktası ve kaynama noktası gibi, bir kimyasal türün belirlenmesinde kullanılan sabitlerdendir.
- Endüstride saflık kontrolünde kullanılır. Kırılma indisleri ile derişim arasındaki ilişkiden derişim tayini yapılabilir.
- Şeker tayininde, camda SiO_2 tayininde ve petrolde aromatik hidrokarbonların analizinde de kırılma indisinden faydalanılmaktadır.

Deneyin Yapılışı:

- Deneye başlamadan önce refraktometrenin kalibrasyonu saf su ile yapılır. Daha sonra %1, %2, %3, %4, %5'lik glukoz çözeltilerinden önce %1 lik glukoz çözeltisinden birkaç damla prizma üzerine damlatılır ve diğer prizma kapatılır. Glukoz çözeltisi mercekten bakılır, karanlık ve aydınlık bölgeler görülür. Karanlık ve aydınlık bölgeyi ayıran saç teli çarpı işaretinin tam ortasına getirilince, kırılma indisi okunur.
- Diğer çözeltilerin kırma indisini ölçmeden önce prizmalar etanol ile iyice silinir ve %2'lik çözeltiden 2 damla prizma üzerine damlatılarak ölçüm yapılır. Bu işlem diğer çözeltiler içinde tekrarlanarak kırma indisleri kaydedilir.
- Glukoz çözeltilerinin kırma indisleri değerleri tabloya geçirilerek kalibrasyon denklemi bulunur. Bu denklemde derişimi bilinmeyen glukoz çözeltisinin derişimi tayin edilir.