

DENEY PROSEDÜRLERİ

- Yarıklar arasındaki farklı mesafelerle bir çift yarıktaki kırınımı inceleyin
- Farklı yarıkların genişlikleriyle bir çift yarıktaki kırınımı inceleyin.
- Farklı sayıda yarıklarla çoklu yarıklar sistemi tarafından yapılan kırınımı inceleyin
- Bir çizgili ızgarası ve bir kafes ızgarası tarafından oluşturulan kırınımı inceleyin

AMAÇ

Işığın dalga doğasının gösterilmesi ve dalga boyunun belirlenmesi

ÖZET

Çoklu yarıklar ya da ızgaralar tarafından ışığın kırınımı koheran dalga ışınının her bir bileşenin farklı yarıklardan çıktıkları için nasıl üst üste bindiğini düşünerek tanımlanabilir. Bu farklı yarıkların her biri aydınlatmanın tek noktaları olarak kabul edildiği için dalgalar Huygens prensibine göre süperpozisyonda (üst üste) olacaktır. Her bir dalga'nın karışımı (enterferansı) yarıklar sisteminin ötesinde gözlemlenen parlak ve karanlık bantların desenini açıklar. Yarıklar arasındaki mesafe ve gözlem ekranına olan uzaklık biliniyorsa ışığın dalga boyu herhangi iki parlak bant arasındaki mesafeden hesaplanabilir.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Diyot Lazer, Kırmızı	1003201
1	Optik Masa K 1000 mm	1009696
2	Optik sürücü K	1000862
1	Kenetleyici K	1008518
1	Diyot Lazer için Sabitleyici K	1000868
1	Farklı genişliklere sahip 3 çifte yarıklı diyafram	1000596
1	Farklı yerleştirmeye sahip 4 çifte yarıklı diyafram	1000597
1	Farklı derecelendirmeye sahip çoklu yarıklı 4 diyafram	1000598
1	3 adet çizgili ızgaralı diyafram	1000599
1	2 çapraz ızgaralı diyafram	1000601

TEMEL İLKELER

Çoklu yarıklar ya da ızgaralar tarafından ışığın kırınımı koheran dalga ışınının her bir bileşenin farklı yarıklardan çıktıkları için nasıl üst üste bindiğini düşünerek tanımlanabilir. Bu farklı yarıkların her biri aydınlatmanın tek noktaları olarak kabul edildiği için dalgalar Huygens prensibine göre süperpozisyonda (üst üste) olacaktır. Sürempresyon belirli yönlerde yapıcı ya da yıkıcı karışımlara (enterferans) sebep olur ve yarıklar sisteminin ötesinde gözlemlenen parlak ve karanlık bantların desenini açıklar.

Bir çift yarığın ötesindeki boşlukta belli bir gözleme açısındaki an ışık yoğunluğu, ilk yarıktan gelen her bir dalga bileşeni için ikinci yarıktan gelen aynı dalga bileşeni olduğunda ve bu ikisi

yapıcı bir şekilde karıştıklarında en büyük olur. Bu koşul, iki yarığın merkezlerinden çıkan iki dalga bileşeni arasındaki yol farkı Δs_n ışığın dalga boyunun λ çok katlı integrali olduğunda gerçekleştirilir (Şekil 1), böylece:

$$(1) \quad \Delta s_n(\alpha_n) = n \cdot \lambda$$

olduğunda $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ kırınım sırası olarak adlandırılır.

Yarıklar çiftinden uzak mesafelerde L ve küçük gözlem açıları α_n için yol farkı Δs_n ve n th-sırası yoğunlu konum koordinatı x_n arasındaki ilişki:

$$(2) \quad \frac{\Delta s_n}{d} = \sin \alpha_n \approx \tan \alpha_n = \frac{x_n}{L}$$

d : yarıklar arasındaki mesafe

Dolayısıyla maksima aşağıda verilen ayrımla birlikte düzenli aralıklarda ayrılır:

$$(3) \quad \alpha = x_{n+1} - x_n = \frac{\lambda}{d} \cdot L.$$

Ayrıca bu ilişki N eşit uzaklıktaki yarıklardan ($N > 2$) oluşan çoklu yarıklar sistemindeki kırınım için de geçerlidir. Denklem (1) tüm N yarıklarından dalga elementlerinin yapıcı karışımları için şartları belirtir. Böylece Denklem (2) ve (3) de çoklu yarıklar sistemine uygulanabilir.

Yoğunluk minimumlarının pozisyonlarının matematik derivasyonları çok daha zordur. Fakat bir çift yarıklar olduğu durumlarda iki yoğunluk maksimumu arasındaki yarı yol olan yoğunluk minimum vardır. Çoklu yarıklar sistemleri için minimum n th ve $(n+1)$ th maksima arasında gözlemlenir. Dalga bileşenleri N yarıklarından bu şekilde karıştığında toplam yoğunluk sıfır olur. Bu da dalga bileşenlerinin yarıkların merkezinden olan uzaklıkları arasındaki yol farkı aşağıdaki koşulu karşıladığında gerçekleşir:

$$(4) \quad \Delta s = n \cdot \lambda + m \frac{\lambda}{N}$$

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ve $m = 1, \dots, N-1$ olduğunda

Dolayısıyla $N-1$ minima görülebilir ve bunlar arasında yoğunluklarla $N-2$ "minör maksima" temel maksimumlarından küçüktür. Yarıklar sayısı N progresif olarak arttığında minör maksimumun katkısı kademeli olarak azalır. Sonrasında sistem artık çoklu yarıklar sistemi olarak tanımlanmaz. Sistem artık çizgili ızgarası olarak tanımlanır. Sonuç olarak kafes ızgarası da iki çizgili ızgarasının beraber düzenlenmesi olarak bilinir. Bunlardan biri diğerine 90° lik açıyla döndürülmüştür. Kırınım maksimumu Denklem 3'te verilen aralık mesafesiyle birlikte dikdörtgen ızgara üzerinde noktalar halini alır.

Temel maksimumun yoğunluğu (parlaklığı) tek bir yarıktaki kırınım için yoğunluk dağıtım fonksiyonuna göre ayarlanır. Yarıklar genişliği b ne kadar büyük olursa α açısının daha küçük değerlerine doğru yoğunluk konsantrasyonu da o kadar büyük olur. Tam bir derivasyon için toplam büyüklüğü A elde etmek adına yol farklılıkları hesaba katılarak tüm dalga bileşenlerinin büyüklüklerinin toplanması gerekmektedir. Ekran-da x olarak tanımlanan bir noktada yoğunluk:

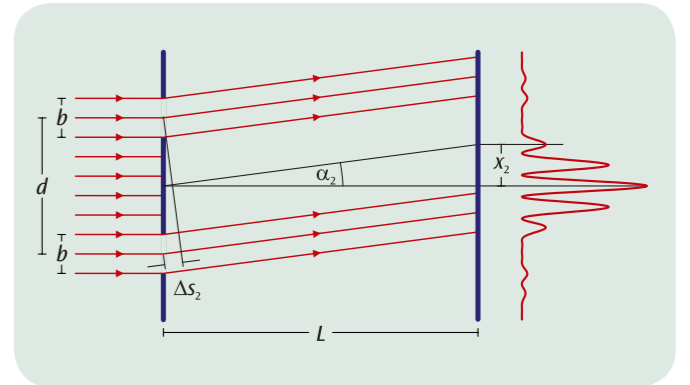
$$(5) \quad I = A^2 \propto \left(\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot b \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)}{\frac{\pi \cdot b \cdot x}{\lambda \cdot L}} \right)^2 \cdot \left(\frac{\sin\left(\frac{N \cdot \pi \cdot d \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot d \cdot x}{\lambda \cdot L}\right)} \right)^2$$

DEĞERLENDİRME

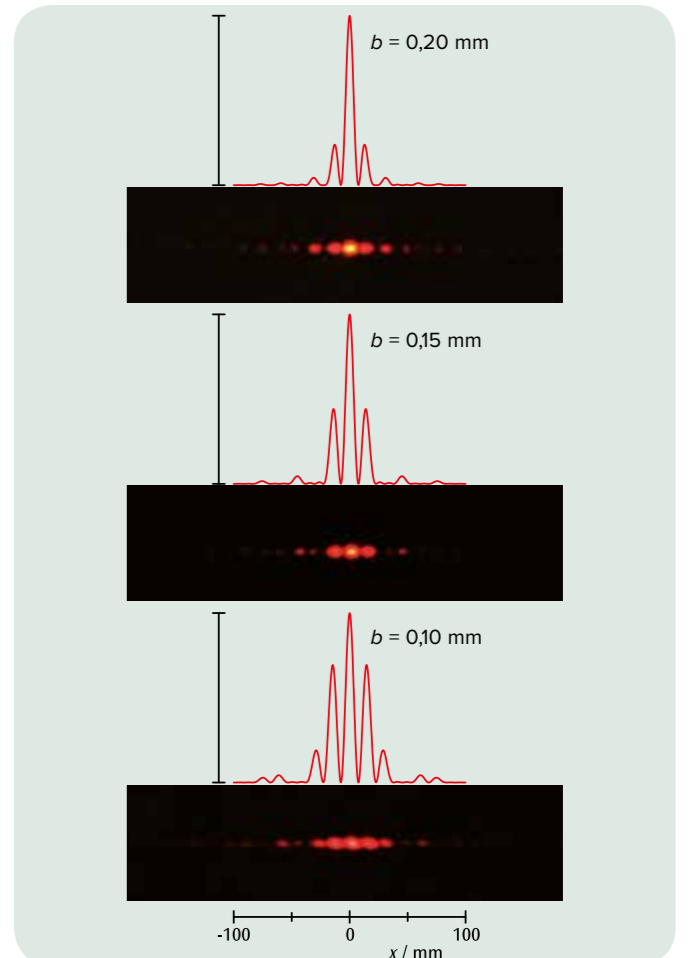
Kırılan ışığın dalga boyu λ temel maksimumların arasındaki mesafeden a hesaplanabilir, denklemi aşağıdaki gibidir:

$$\lambda = d \cdot \frac{a}{L}$$

Ekran-da gözlemlenen yoğunluk dağılımının detaylı hesaplanması yarıklar genişliği, yarıklar mesafesi, yarıklar (ya da çizgili) sayısı ve ekran mesafesi L de hesaba katılarak Denklem (5)'in kullanılmasını gerektirir.



Şekil 1: Bir çift yarıktaki ışığın kırınımının şematik diyagramı



Şekil 2: Yarıklar arasındaki farklı mesafelerle Bir çift yarıktaki ışığın kırınımı için hesaplanan ve gözlemlenen yoğunluklar