

İNTERFEROMETRİ

Yüksek Hassashlıkta Düzlemlik Ölçümü

The Photoelectric Effect

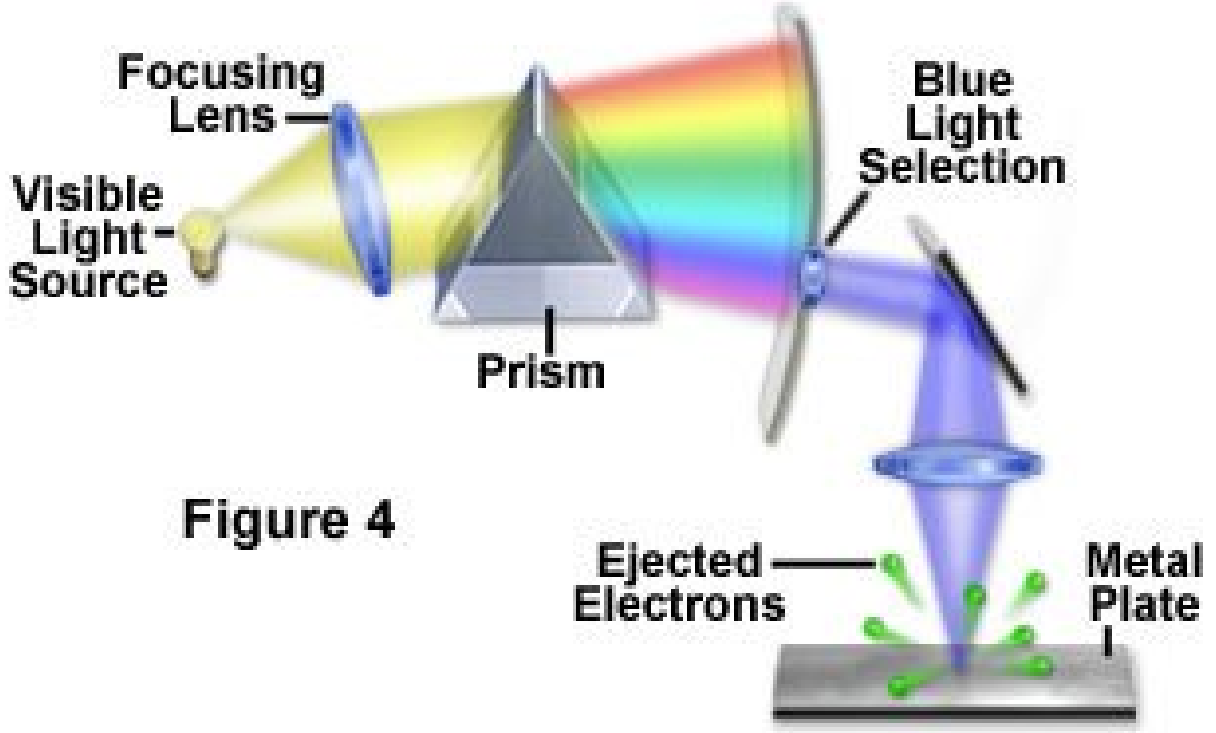


Figure 4

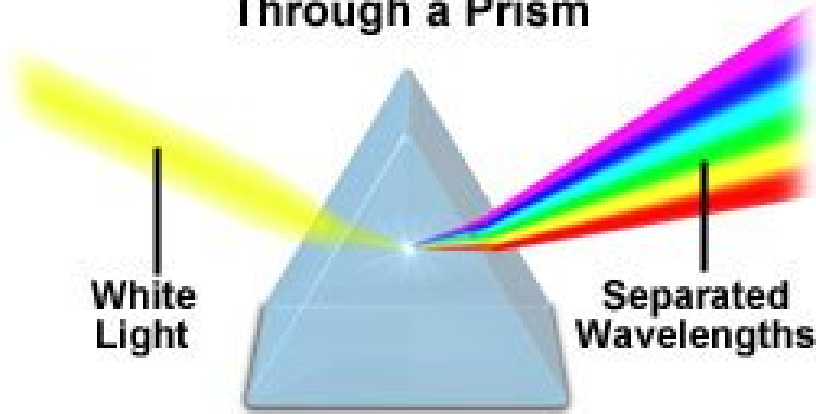
TANIM:

Uzunluğu ve yüzey düzlemlliğini mümkün olabilecek en yüksek hassasiyette, optik yöntem kullanarak ölçme interferometri ile sağlanır. Kesin olarak ölçme uzunluğu değerlerinin elde etmek için ışığın özelliklerinin bilinmesi gerekir.

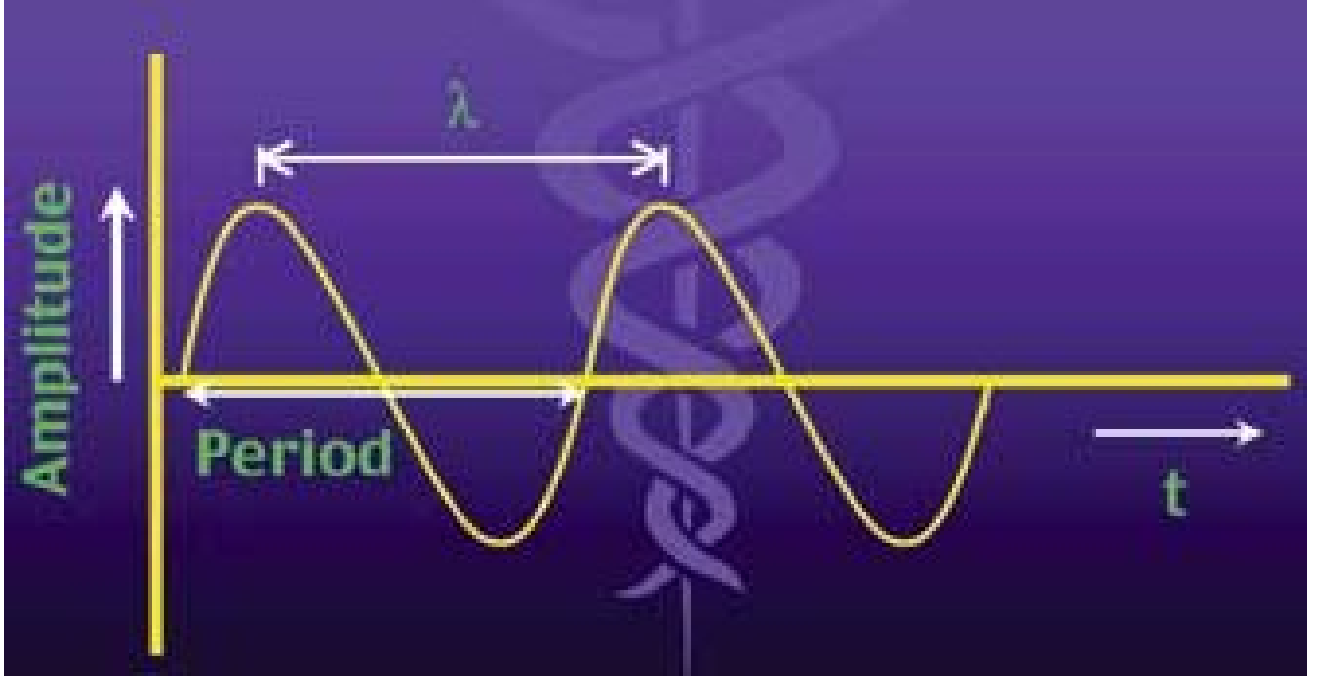
BEYAZ IŞIK

Işık, elektromanyetik sinusoidal dalga şeklinde bir yerden başka bir yere giden enerji formundadır.

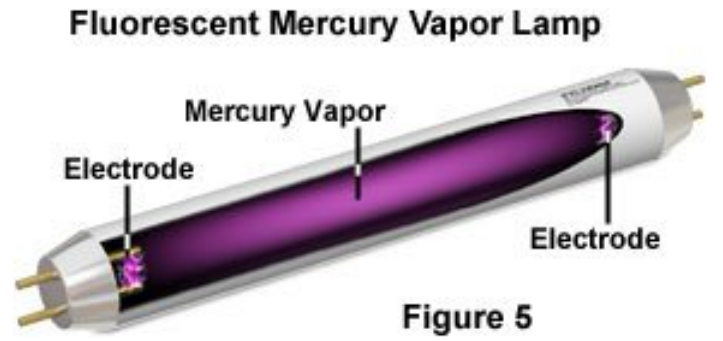
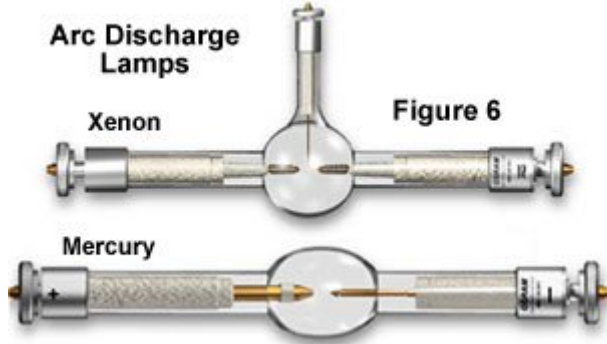
Refraction of Light Through a Prism



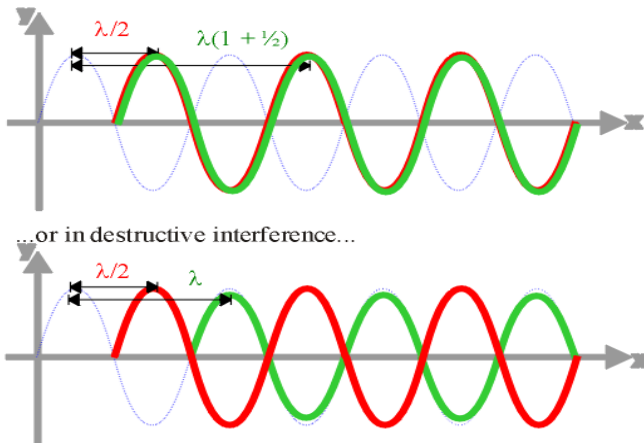
Bu sinusoidal dalganın AMPLİTÜD'ü ışık şiddetini, DALGA BOYU ışığın rengini belirtir. Beyaz ışık, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi, menekşe, çivit renklerinin hepsini bünyesinde taşır. Bu yüzden dalga boyu (λ) da bütün renklerin dalga boylarının bileşik şeklidir.



İnterferometri ile ölçüm yapmak için tek dalga boyuna sahip ışığa ihtiyaç vardır. Beyaz ışık bu nedenle interferometri ile ölçüm yapmaya müsait değildir. Bunun için monokromatik ışık kaynağı olan CIVA İZOTOPU 198 DEŞARJ LAMBASI kullanılır. Bu ışığın ortalama dalga boyu (λ) (0,53-0,54 μm) civarındadır.

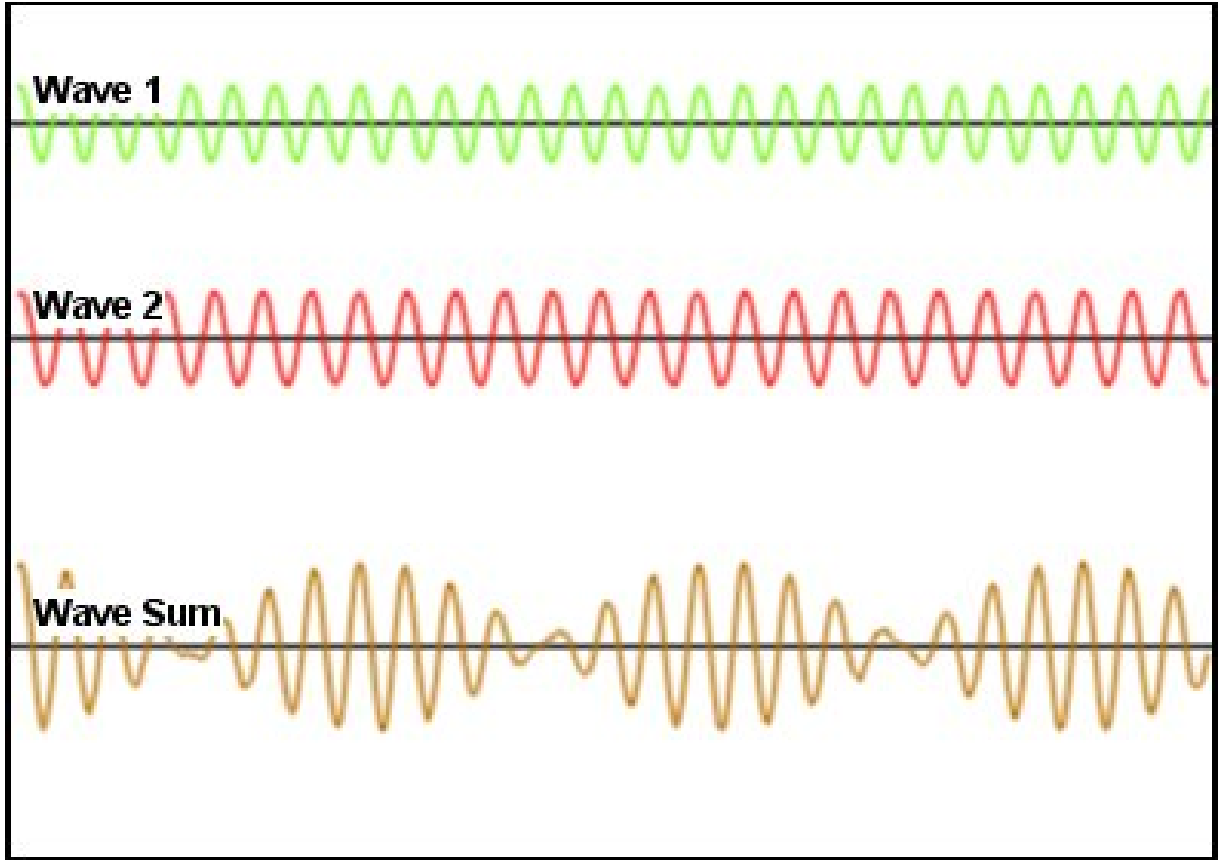


MONOKROMATİK IŞIK



Bu ışık, (λ) dalga boyları aynı olan belirli sayıdaki ışıkların toplamı gibi düşünülebilir. Işık kaynağının gücüne göre ışık şiddeti, amplitüdünün karesiyle artar.

Eğer monokromatik ışık ($\lambda/2$) dalga boyu uzunluğu ile yer değiştirirse, amplitüdlerin cebirsel toplamının sıfır olduğu noktalarda aydınlanma olmayacak, karanlık olacaktır. İşte ışığın bu etkisi İNTERFERANS ETKİ olarak bilinir.

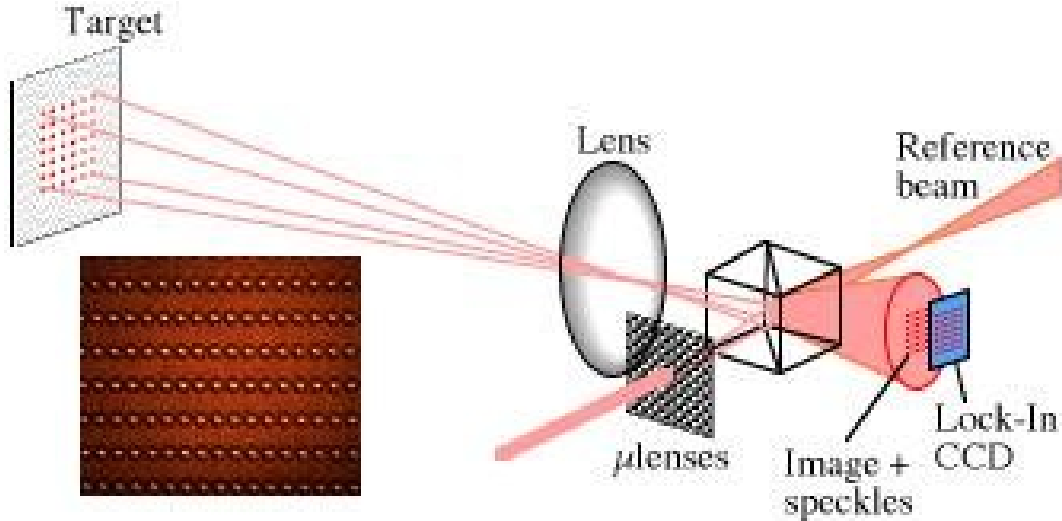


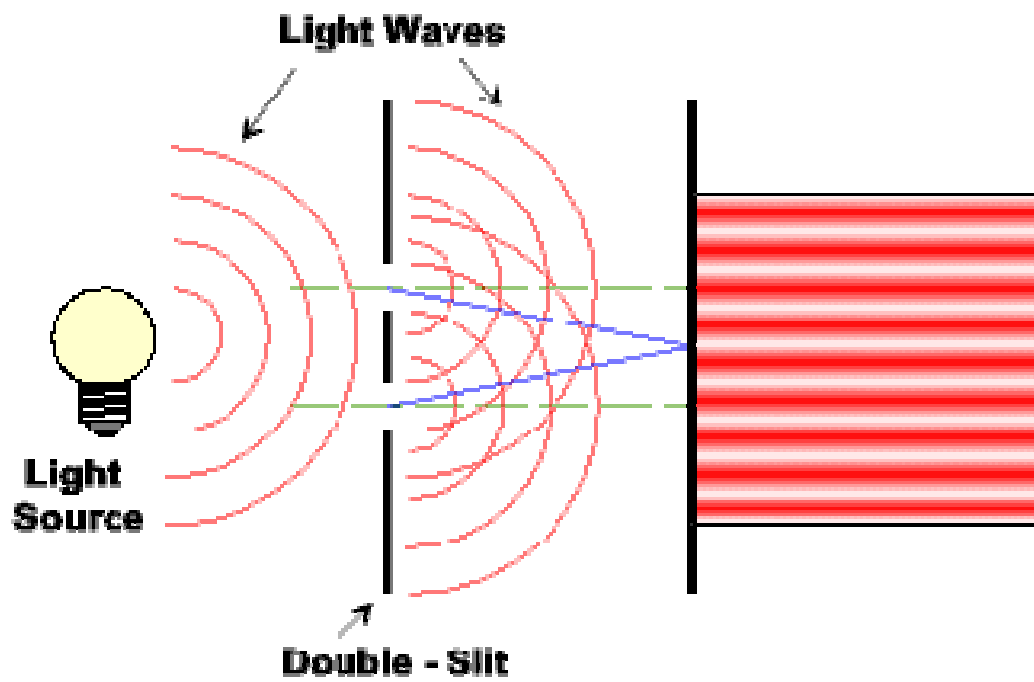
İŞIĞIN İNTERFERANSI

İşığın interferans etkisinin çok net ve açık görülmesi için aşağıdaki şartların sağlanmış olması gerekir.

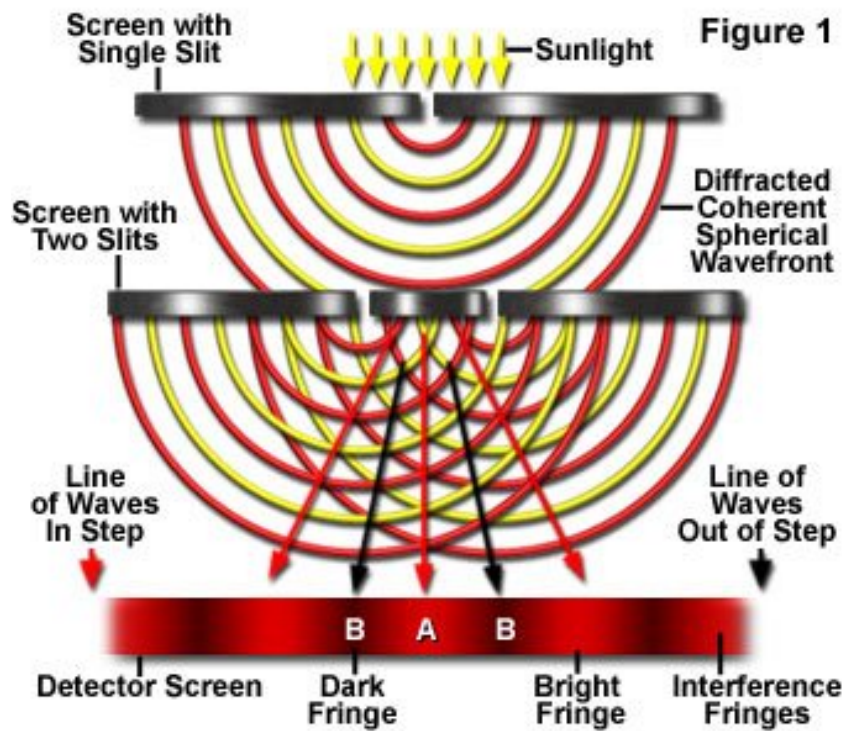
1. Işık düzgün frekans vermeli ve dalga boyu düzgün olmalıdır.
2. Işığın varolan faz farklılıkları zamanla değişmemelidir.
3. Işık amplitüdüleri eşit veya eşite yakın olmalıdır.

İşığın interferans etkisini en iyi gösteren metod, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir.



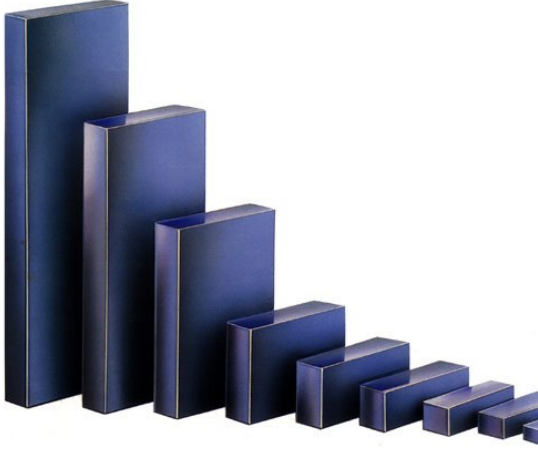


Thomas Young's Double Slit Experiment



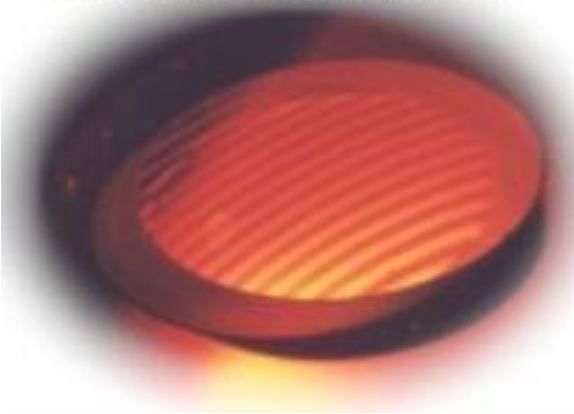
DÜZLEMLİK TESTİ

Mühendislikte atölyelerde 0,25 (μm) mertebesinde yüzey düzlemlği kontrol aleti olarak SLIP GAUGE (kayıcılar) vardır.



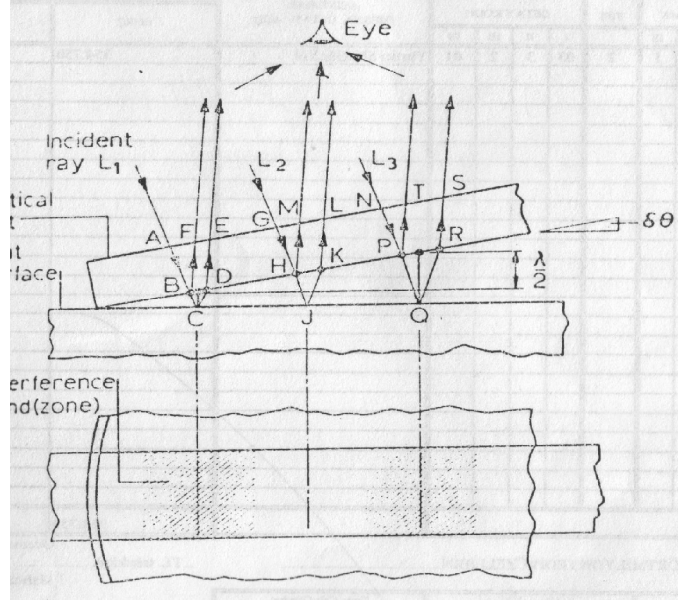
Bunların referans olarak alındıkları slip gauge'lerin hassaslıkları 0,08 (μm) kadar iner. Bunun için çok dikkatli lebleme gerekir. Böyle bir yüzeyin düzlemlğinin kontrolü interferometri ile yapıldığında yüksek bir yansıma ile kendini gösterir. İnterferometri ile yüzey düzlemlği kontrolü için **PARALEL YÜZLÜ CAMLAR (Optik flat)** kullanılır.

Optical Flat Under Test



157-901
(set of 4)

Paralel yüzlü camların çapı 5 ila 30 cm arasında veya daha fazla olmakta, kalınlıkları, kendi ağırlıkları ile fazla esnemeyecek kadardır. Ön gerilmeniz cam veya quartz'dan yapılırlar. Üst ve alt yüzeyleri paraleldir. Bu camlarla yüzey düzlemligi testi şöyle yapılır.

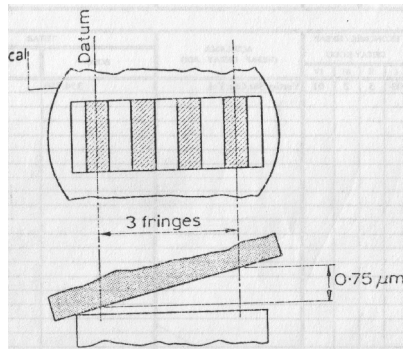


Paralel yüzlü cam, ölçülecek yüzey üzerine aralarında ince bir hava filmi olacak şekilde yerleştirilir. Işık kaynağından ışık gönderilir. Gelen ışığın davranışı şöyle olmaktadır. L1 ışını AB yolunu izler, B noktasında ışın BF yolunu izleyerek yansır. Geri kalan kısmı C noktasına ulaşır ve DE yolu üzerinden yansır. L1 ışınının her iki parçasında göze farklı yol kat ederek ulaşır. Göze ulaşan dalgalar 180° lik faz farkı ile ulaşıyorsa aynı şiddette düz bir gölge görülecektir. Şekle tekrar bakarsak, L2 ışını geldiği (J) noktasında iki yüzey arasındaki boşluk artmıştır. Yani (L2) ışınının iki parçasının yansıdıktan sonra göze ulaştığında dalga boyları arasındaki fark ($\lambda/2$) kadar artmış ve ışın dalgaları FAZ durumuna gelmiştir. (J) de aydınlık görülecektir. (Q) noktasında tekrar karanlık bölge görülecektir. Böylece aydınlık, karanlık bir seri izler görünür. Bu izlerin koyuluk, zayıflık dereceleri, test altındaki yüzey ve o yüzeyin düzlemlikten ayrılması ($\theta\delta$) açısına bağlıdır. ($\theta\delta$) ne kadar büyükse, gölgeler birbirine o kadar yakın olacak ve birini diğerinden ayırt etmek güçleşecektir. Gölgelerin koyuluğu azalacaktır. ($\theta\delta$) ne kadar küçük ise gölgeler birbirinden çok uzakta olacak, ya yeterli sayıda olmayacaklar belki de hiç gözükmeyeceklerdir. Aynı zamanda gölgeler çok koyu olacaktır. Sonuç olarak iyi netice elde etmek için paralel yüzlü camları deneyerek en uygun yerleştirme yapılmalıdır. Gölgeler arasındaki (λ) dalga boyu farkından, yüzey ile paralel yüzlü cam arasındaki yükseklik hesaplanabilir.

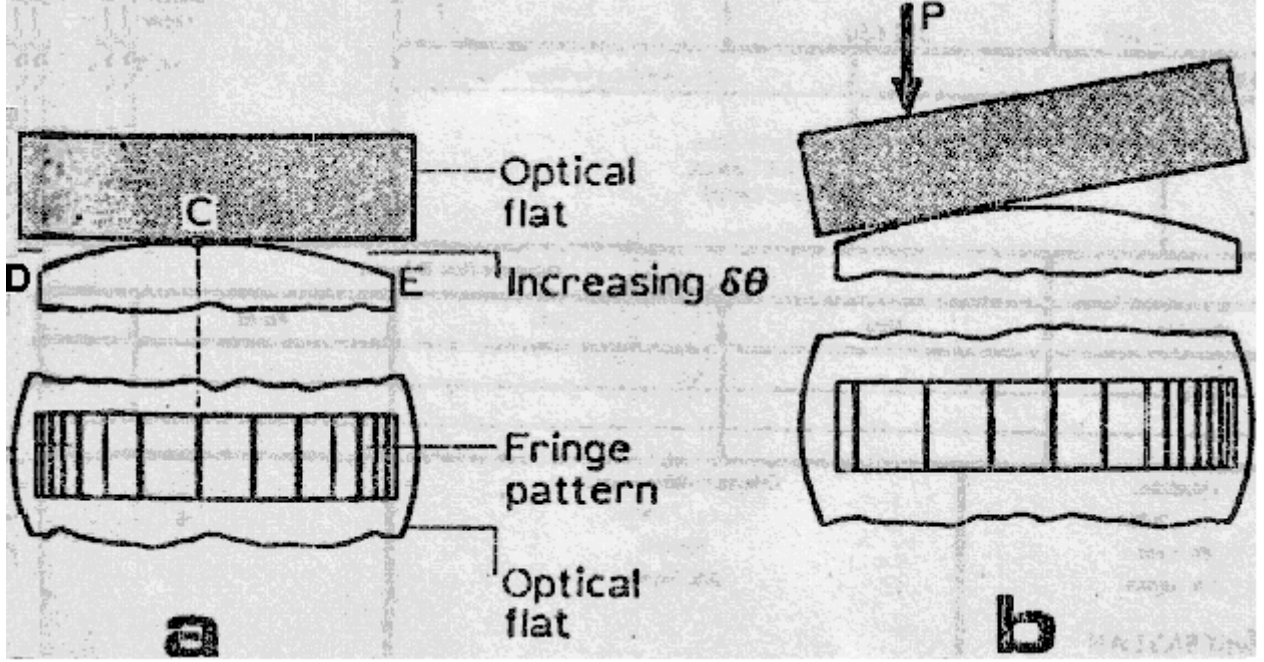
Şöyle ki;

Kullanılan ışığın (λ) si = 0,5 μm ($\lambda/2$)si = 0,25 μm

Gölge sayısı = 3 Yükseklik h = 3 . $\lambda/2$ = 0,75 olur.

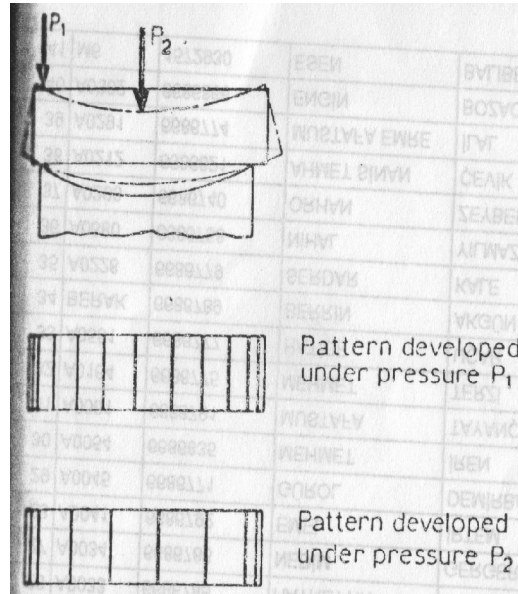


KONVEX YÜZEYLERİN TEST EDİLMESİ



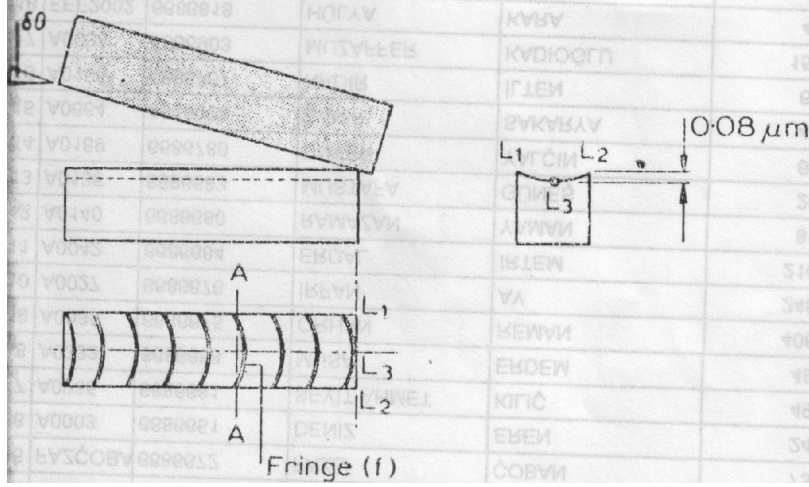
Şekil a'da görüldüğü gibi üzerine paralel yüzlü cam konmuş düzgün konvex bir yüzey düşünelim. Optik paralel yüzlü cam ile konvex yüzey arasında açı, düzgün yüzeylerdeki gibi uzun devam etmez. D ve E noktalarında artar. Daha önce de belirtildiği gibi açı arttıkça gölgeler birbirine yaklaşacaktır. Yüzeyin konkav mı? Konvex mi? Olduğunu anlamak için paralel yüzlü cam'a (P) basıncı uygulayarak doğacak yeni temas bandları incelenir. (Şekil b) Yüzey konvex ise şekil (b) de görüldüğü gibi gölgeler oluşacaktır.

KONKAV YÜZEYLERİN TEST EDİLMESİ



Konkav bir yüzey'in incelenmesinde ise şekil de görüldüğü gibi gölgeler oluşacaktır. Eğer ışık P₁'den verilir ise paralel yüzlü cam'da hiç bükülme olmadığından gölge örnekleri şekildeki gibi değişmeden kalacaktır. Fakat (P₂) noktasından verilirse paralel yüzlü cam bükülecek ve paralel yüzlü cam-konkav yüzeye çok yaklaştığında gölgeler birbirinden uzakta net ve az miktarda olacaklardır.

KÜRESEL KONVEX ve KONKAV YÜZEYLERİN TEST EDİLMESİ



Eğer kontrol edilen yüzey KÜRESEL şekilde konkav veya konvex ise, BOĞA GÖZÜ şeklinde gölgeler görünecektir.

Gölgeler, L1,L2 değme hattından gittikçe uzaklaşıyorlar. Bunlar değme hattına doğru eğilen, bükülen şekiller ortaya çıkarmaktadırlar. Şekildeki A-A kesitindeki gölgenin merkezinden olan uzaklığı, yeni gölgenin eğriliği gölgenin uzunluğunun (1/3) üne eşittir. Eğer ışığın $\lambda/2=0,25 \mu\text{m}$ ise eğrilik $1/3*0,25= 0,08 \mu\text{m}$ olarak merkezden uzaklık bulunabilir.

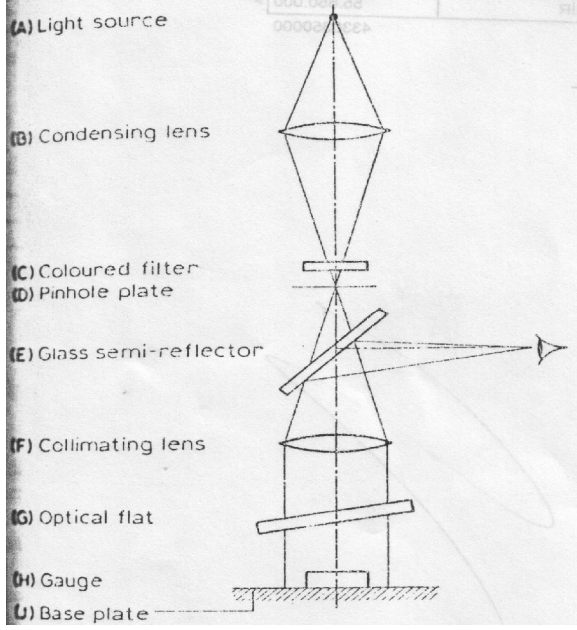
OPTİK İNTERFEROMETRELER

Paralel yüzlü camlarda, yerleştirildikleri yüzey ile paralel yüzlü cam arasında ($\theta\delta$) açısının kontrolü zordur. Bu durum çoğu zaman çok iyi gölgeler elde edilmesini engeller. Optik interferometreler bu zorluğu yenmişlerdir. İki temel optik interferometre vardır.

1. Düzlemligi kontrol eden interferometreler
2. Hassas uzunluk ölçen interferometreler



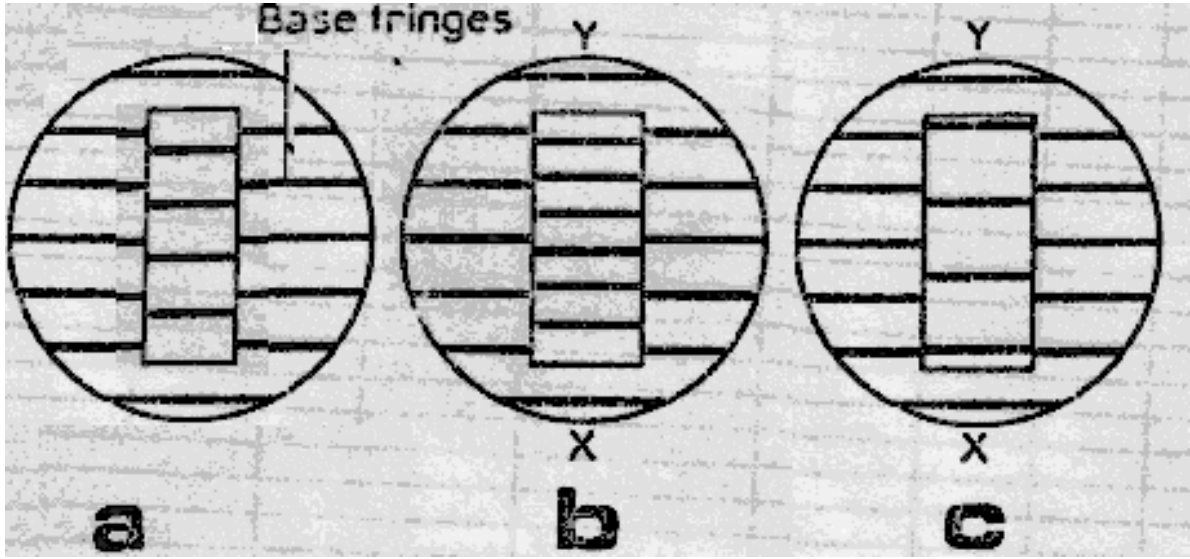
DÜZLEMLİK ÖLÇEN İNTERFEROMETRE



Yanda şekli görülen interferometrenin çalışması şu şekilde olmaktadır. Cıva buharı bir (A) lambasından çıkan ışık, yoğunlaştırıcı (B) lensleriyle delikli plaka'da tek noktaya düşürülür. Işık daha önce (C) renk filtresinden geçirilerek yeşil ışığın dışındaki ışıklar geçmez.

Işık daha sonra yarı-yansıtıcıdan geçerek, paralelleştirici lense gelir. Işık paralel durumda paralel yüzlü cam'a gelir. Paralel yüzlü cam, aşağı-yukarı ayarlanacak şekilde üç ayak üzerine yerleştirilmiştir. Böylece paralel yüzlü cam ayarlanarak en iyi şekilde gölge ayarı sağlanır. Düzlemligi ölçülecek (H) parçası sıkılarak gölgenin görülmesi sağlanır.

Yarı-yansıtıcı cam'dan görülen gölge örnekleri aşağıda görüldüğü gibidir.



OPTİK İNTERFEROMETRELER

Şekil(a) 'da baz gölge aralıkları ile, ölçülecek numune örneği gölge aralıkları aynı görülmektedir. Bunun anlamı; ölçülen numune üst yüzeyi baz alınan standarda hem paralel hem de düz şekildedir.

Şekil(b) 'de baz bölge aralıkları numune örneği gölge aralıkları farklıdır. Numune gölge aralıkları daha sıktır. Anlamı; numune yüzeyi düzdür, fakat numune yüzey baz alınan standarda paralel değildir. Koniklik vardır. Koniklik, numune gölge sayısı baz alınan standart gölge sayısı arasındaki fark, $(\lambda/2)$ dalga boyunun yarısı ile çarpıldığında bulunabilir. 25 mm'den büyük numunelerin baz standart üzerinde gölge örneklerini gözlemek hayli zordur.

Şekil(c) 'de ise, şekil b'de anlatılan konikliğin tersi mevcuttur. Yani, koniklik ters yöndedir

Şekilde görüldüğü gibi numunenin 1. pozisyonunda gölge sayısı ve 180° döndürülerek 2. pozisyonundaki gölge sayısı belirlenir. Aradaki farkın yarısı ($\lambda/2$) ile çarpılarak koniklik hesaplanır.

Örnek:

1. Pozisyonundaki gölge sayısı=5

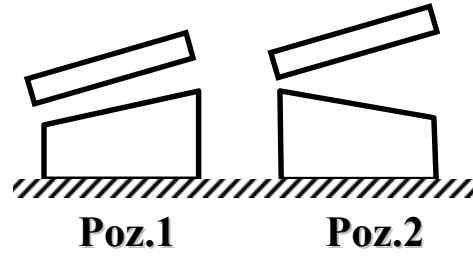
2. Pozisyonundaki gölge sayısı=11

Fark $11-5=6$ $6/2=3$

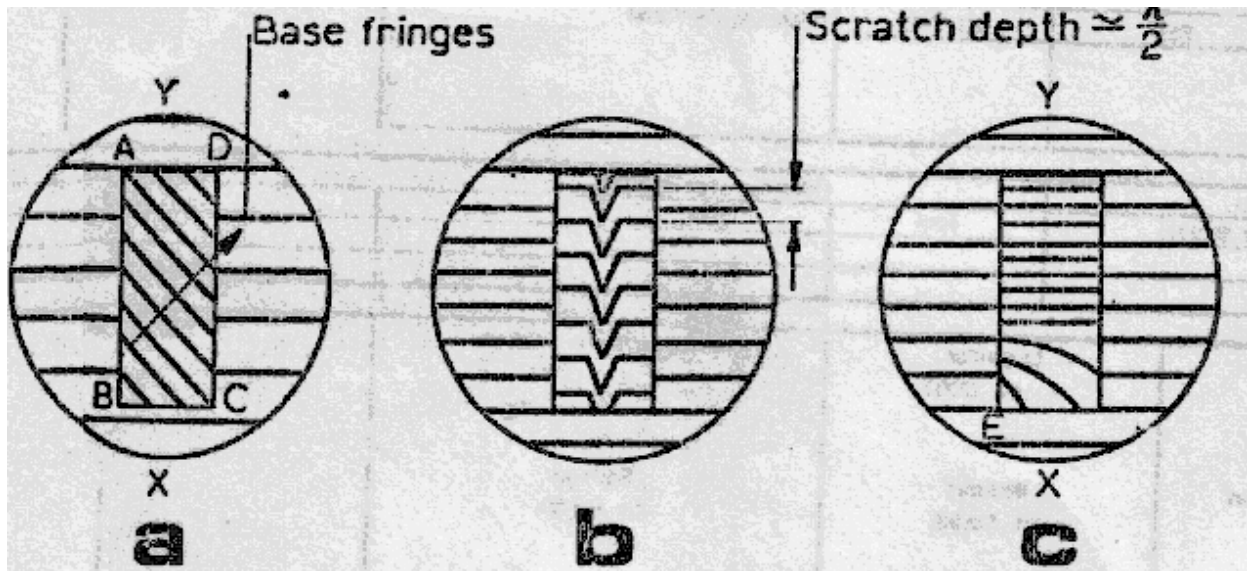
$\lambda/2=0,50/2=0,25$ ise

Koniklik $3*0,25=0,75$ μm olur.

Not: Farkı ikiye bölme, numunenin 180° döndürülmesindedir.



Şekil a'da ABCD numunesi gösterilmiştir. Bu numunenin üst yüzeyi düzdür. Fakat her köşe farklı yüksekliktedir. Şayet ($\theta\delta$) açısı (x-y) yönünde artıyorsa koniklik ↗ ok yönünde olur. Numune gölge aralığı, standart numune gölge aralığından daha azdır. Bu yüzden D köşesinin en düşük nokta olduğu söylenebilir. B köşesinde en yüksek noktadır. A ve C noktaları ise AB ve CD boyunca sayılan gölge sayılarıyla tesbit edilir.



AB boyunca gölge sayısı=7 CC boyunca gölge sayısı=5

Öyleyse A köşesi C köşesinden daha düşük noktadır. Yükseklik derecesine göre köşe noktalarını sıralarsak B,C,A,D olur. Şekil b' de yüzeyin düzlüğü, fakat çizik olduğu görülmektedir. Şekil c' de ise alt köşeye doğru eğilme gösterilmiştir.