



**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ
FİZİK BÖLÜMÜ**

**OPTİK VE DALGALAR LABORATUAR
KİTABI**

1.	Deney-1: Mercek Kanunları ve Optik Cihazlar.....	1
2.	Deney-2: Kırınım ve Girişim.....	9
3.	Deney-3: Michelson İnterforemetresi.....	16
4.	Deney-4: Prizma Spektrometresi.....	22
5.	Deney-5: Basit Harmonik Hareket ve Enerjinin Korunumu.....	31
6.	Deney-6: Sönümlü Harmonik Hareket.....	36
7.	Deney-7: Polarizasyon ve Malu Yasası.....	39
8.	Deney-8: Newton Halkaları.....	42

Derleyen: Dr. Betül Atalay

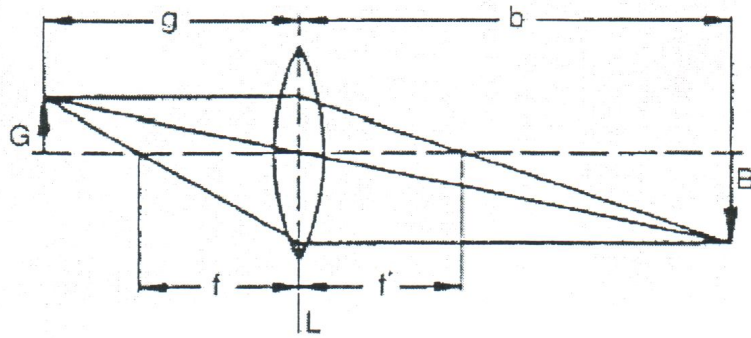
MERCEK KANUNLARI VE OPTİK CİHAZLAR

AMAÇ

- İki dışbükey merceğin odak uzaklıklarını, cisim ve görüntüsünün uzaklığını kullanarak bulmak
- Bessel yöntemini kullanarak, dışbükey bir mercek ile içbükey ve dışbükey merceklerin birleşiminin odak uzaklığını bulmak.
- Aşağıdaki optik cihazları oluşturmak:
 1. Slayt gösterici; görüntü ölçeği bulmak
 2. Kepler-tipi teleskop
 3. Mikroskop; büyütme oranı belirlenecek
 4. Galileo teleskopu

GENEL

Bir mercek kullanılarak görüntü oluşturmak için üç belirli ışık kullanılır; odak ışını, paralel ışın ve merkezi ışın(Şekil.1). Merceğin odak uzaklığı f , cismin uzaklığı g ve görüntünün uzaklığı b 'dir.



Şekil1. Üç temel ışın ile görüntünün oluşturulması.

Üçgende benzerlik kurallarından,

$$\frac{B}{G} = \frac{b}{g} \quad \text{ve} \quad \frac{G}{B} = \frac{f}{b-f}$$

B görüntünün boyu ve G cismin boyudur. Mercek formülünü kullanarak,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g} \quad \text{veya} \quad f = \frac{b \times g}{b + g}$$

1. Şekil 1. 'de gösterilen b ve g değerlerini kullanarak odak uzaklığı, odak uzaklığının ortalama değeri ve odak uzaklığının standart sapması hesaplanabilir.

2. Bessel Yöntemi

Aralarında d mesafesi bulunan cisim ve ekrandan oluşan bir sistem düşünelim(Şekil 3.). Cisim ile ekran arasına yakınsak bir mercek konulursa, merceğin aralarında e mesafesi olan iki farklı konumu için iki farklı pozisyonda keskin birer görüntü oluşur. Bu iki pozisyondan yararlanılarak merceğin odak uzaklığı bulunabilir. Şekil 3.'de gösterilen durumlar incelenirse, durum I cismin uzaklığı durum II de görüntünün uzaklığına eşittir.

$g_1 = b_{11}$ olduğundan ve $b_1 = g_{11}$ olduğu için,

$$g_i + b_i = d$$

$$g_i - b_i = e.$$

g_i ve b_i için elde ettiğimiz denklemleri çözersek,

$$g_i = \frac{1}{2}(e + d)$$

$$b_i = \frac{1}{2}(d - e)$$

ve elde edilen bu sonuçları mercek formülünde yerine koyarsak,

$$f = \frac{d^2 - e^2}{4d} \text{ olarak elde edilir.}$$

Dışbükey merceğin odak uzaklığı ölçülen d ve e değerlerinden hesaplanabilir. Kullandığımız mercek sisteminin odak uzaklığına f_{bil} diyelim. Mercek sistemi daha önce odak uzaklığını ölçtüğümüz dışbükey mercek (odak uzaklığı f_s) ve bir içbükey mercekten oluşur. İçbükey merceğin odak uzaklığını f_z , aynı yöntemi uygulayarak buluruz:

$$\frac{1}{f_z} = \frac{1}{f_{bil}} - \frac{1}{f_s} \text{ veya } f_z = \frac{f_{bil} \times f_s}{f_s - f_{bil}}$$

Bu aşamada gerçek bir görüntü elde edebilmek için,

$$\frac{1}{|f_s|} > \frac{1}{|f_z|} \text{ olarak kabul edilir.}$$

3. Büyültme cismin boyu ile görüntünün boyu arasındaki orandan elde edilir.

$$V = \frac{B}{G} = \frac{b - f}{f}$$

Cismin uzaklığı (b) 700 mm ve odak uzaklığı (f) 100 mm ise $V = 6$ olur.

4. Toplam büyütme, objektif kaynaklı büyütme ile

$$\beta_{objektif} = \frac{Y'}{Y} = \frac{a'}{g} = \frac{a'}{f_1} - 1$$

göz merceğinin açısal büyütmesinin çarpımından elde edilir (Şekil 5.).

$$\Gamma_L = \frac{250mm}{f_2}$$

Kullandığımız mercek ile elde ettiğimiz toplam büyütme $V=60'$ dir.

5. Objektif L_1 çok uzak bir nesnenin; gerçek, ters çevrilmiş Y_1' büyüklüğünde görüntüsünü sağlar. Bu görüntü L_2 göz merceğinde gözlenir. Açısal büyütme (küçük açılar için)

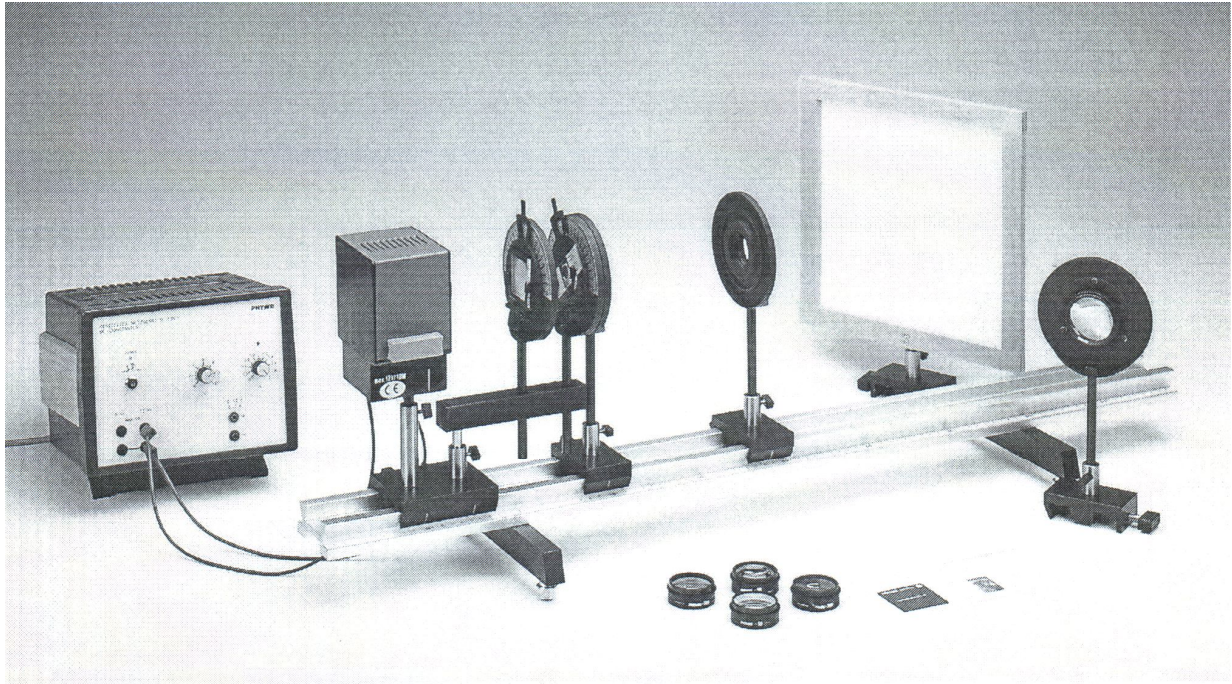
$$\Gamma_L = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{Y_1'/f_2}{Y_1'/f_1} = \frac{f_1}{f_2}$$
 şeklindedir.

6. L_1 objektifi tarafından oluşturulan ilk gerçek görüntünün önüne, ışık yoluna içbükey bir mercek yerleştirilir. Bu yüzden odak noktaları F_1' ve F_2 çakışır. Göz sanal ve dikey görüntüyü görür. Büyütme bir kez daha,

$$\Gamma_L = \frac{f_1}{f_2}$$
 olur.

ALETLER

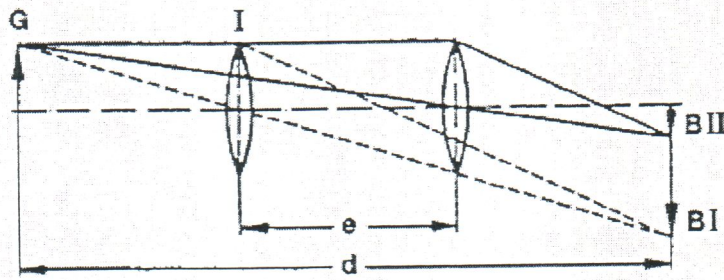
Bu deneyde kullanılan aletler Şekil 2. de gösterilmiştir. Paralel ışık, lamba ve ve bir çiftli yoğunlaştırıcı tarafından üretilir.



Şekil 2. Deney düzeneği.

METOT

1. Cisim (ok şeklindeki yarıklı ekran) yoğunlaştırıcının hemen arkasındadır ve ekrana mercekle net bir görüntü yansıtılır.
 - a) Görüntünün ve cismin mercekten uzaklıkları (merceğin ince kenarlı olduğu kabul edilerek) değişik yerlerde ölçülür. Merceklerin odak uzaklıklarını her bir görüntü ve cismin uzaklığını kullanarak bulunuz.
 - b) Merceklerin odak uzaklıklarını, sanal bir cisim ve odak uzaklığı bilinen dışbükey ikinci bir merceği kullanarak nasıl tayin ederiz? 5 ölçüm alınız ve odak uzaklığını hesaplayınız
 - c) a ve b seçeneklerinde bulduğunuz sonuçların ortalamasını alınız.
 - d) Mercekleri odak uzaklığının 2 katı kadar(ortalama ile bulunan) cisimden uzağa yerleştiriniz. Mercekleri veya ekranı gerekli ise ayarlayınız, cisim ile aynı uzaklıkta görüntü elde ediniz. Cisim ile ekran arasındaki mesafeyi odak uzaklığı ile karşılaştırınız?
2. Cisim ile görüntü arasında belirli bir d mesafesi varsa (durum I), merceklerin yerlerini değiştirerek görüntü ve cisim arasındaki mesafeyi değiştirmiş oluruz (durum II). Cismin görüntüsü hala nettir. Durum I' de görüntü büyütülmüş, durum II'de küçültülmüştür(Şekil 3.).

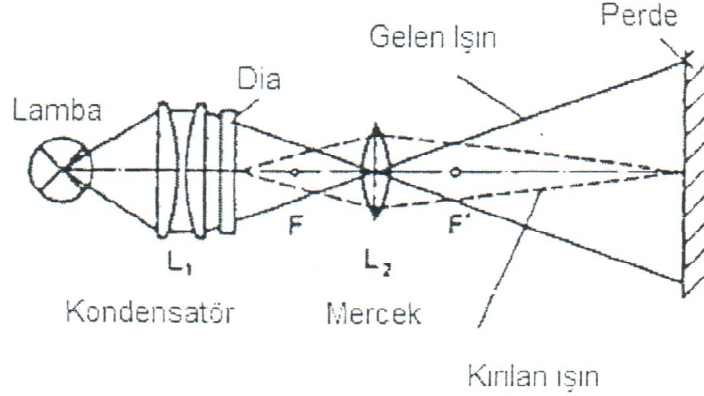


Şekil 3. Odak uzaklığının Bessel ile belirlenmesi

- a) Odak uzaklığı +100 mm olan dışbükey mercekle kullanarak, mesela her iki mercek için mümkün olan, en net görüntü elde etme uzaklığı olan e mesafesini ölçünüz. Ölçümleri tekrarlayarak ortalama e değerini hesaplayınız.
- b) Aynı yöntemle başka bir ölçüm yapınız, ancak bu kez ilk ölçümdeki dışbükey mercek ile içbükey bir mercek (-200mm) kullanınız. Ölçümler sırasında d mesafesini mümkün oldukça büyük olarak alınız ve birleşik odak uzaklığını en az 4 kez ölçünüz.

3. Slayt Göstericisi

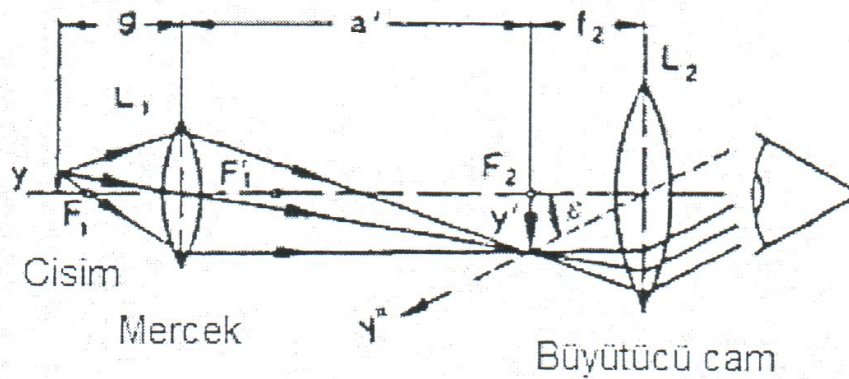
Diyapozitifini (dia) yoğunlaştırıcının hemen arkasına yerleştirin ve görüntüyü L_2 merceği (örneğin $f_2 = +100\text{mm}$) ile ekrana yansıtın. En iyi aydınlatmayı elde etmek için, lamba sargısının görüntüsü objektif merceğinin L_2 düzleminde olacak şekilde yoğunlaştırıcıyı ayarlayınız. Görüntü büyütme oranı V , hesaplayınız, $V=B/G$



Şekil 4. Slayt göstericisinde bir ışının yolu

4. Mikroskop

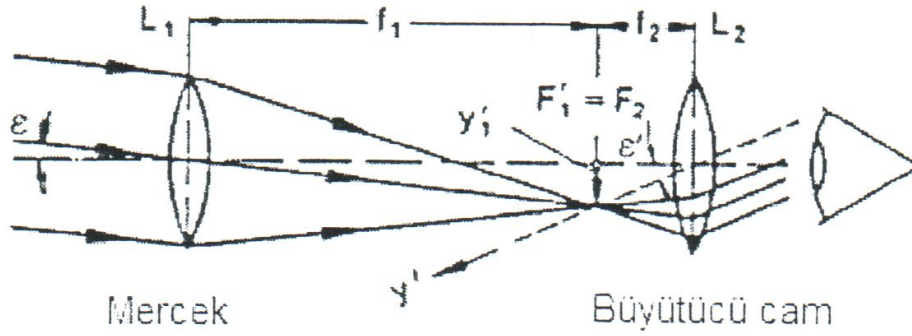
Küçük bir cismin büyütülmüş bir görüntüsü (aşamalı mikrometre ve mikro-diyapozitif) f_1 odak uzaklıklı L_1 merceği (örneğin $+50\text{ mm}$) ile oluşturunuz. Oluşan gerçek görüntüyü L_2 büyütücü camıyla (örneğin $+100\text{ mm}$) gözlemleyiniz (Şekil 5.). L_1 merceğini cisme maksimum yakınlıkta tutunuz. Buzlu camı iki merceğin arasına yerleştiriniz. Görüntüyü önce buzlu camda, ardından mercede inceleyiniz. Görüntünün büyüklüğü ve dolayısıyla toplam büyütme miktarı, iki görüntünün arasındaki minimum mesafeyle kıyaslanarak yaklaşık olarak hesaplanır (yaklaşık olarak 25 cm). Bunu yapabilmek için mikroskoba sağ cetevele sol gözle bakılmalıdır. Biraz denendikten sonra iki görüntünün üst üste bindiği görülecektir.



Şekil 5. Mikroskopta bir ışının yolu

5. Keplerden sonra Teleskop

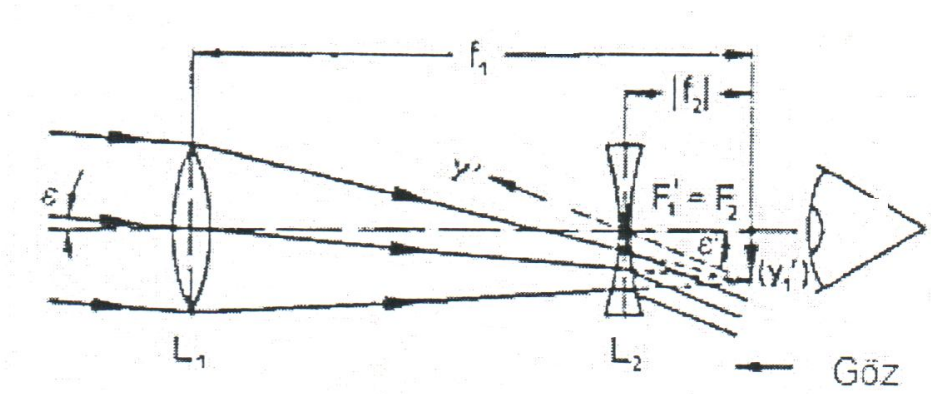
f_1 ve f_2 odak uzaklıklı ve $f_1 > f_2$ koşulunu sağlayan iki merceği (örneğin +300mm ve +50 mm) aralarında $f_1 + f_2$ mesafesi olacak şekilde düzeneğe yerleştirin(Şekil 6.). Kısa odaklı mercekten baktığımızda, uzaktaki bir cismin ters ve büyümüş görüntüsünü görürüz.



Şekil 6. Bir ışının Kepler mikroskobundaki yolu

6. Galileo Teleskopu

f_1 odaklı bir dışbükey mercek(örneğin +300 mm) ve f_2 odaklı bir içbükey mercek (örneğin -50 mm) aralarında $f_1 - |f_2|$ kadar mesafe olacak şekilde yerleştirilir(Şekil 7.). İçbükey mercekten uzaktaki cismin büyük ve düz görüntüsü görülür.



Şekil 7. Bir ışının Galileo teleskopundaki yolu.

KIRINIM VE GİRİŞİM

AMAÇ

- Kırınım ve girişim desenleri elde ederek ışığın dalga özelliğini göstermek.
- Kullanılan ışık kaynağının dalgaboyunun, elde edilen kırınım deseni aracılığıyla bulunması.

GENEL

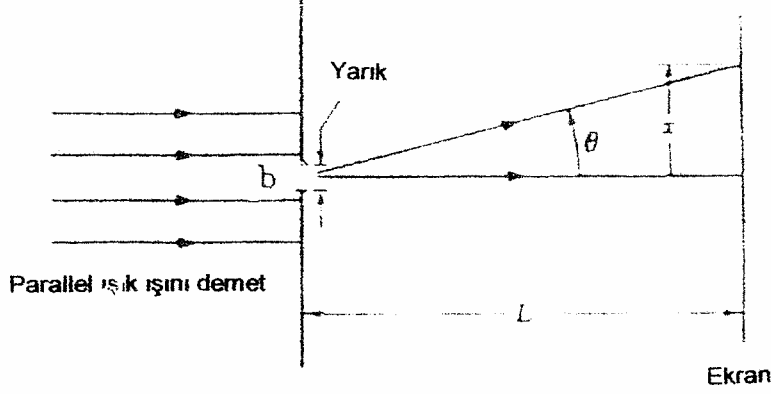
Bu deney ışığın dalga özelliği ile ilgilidir. Dalga Optiği ışığın girişimi, kırınımı ve polarizasyonu olaylarını ele alır. Bu olaylar geometrik optik ile yeterli bir şekilde açıklanamaz. Bu deneyde kırınım ve girişim olaylarının ışığın dalga özelliği ile açıklanabileceği deneysel olarak gösterilecektir. Işık kaynağı olarak helyum-neon gaz lazer kullanılacaktır. Lazer kaynaklı ışıkta elektromanyetik dalgadır ama bildiğimiz ışık kaynaklarından pek çok bakımdan farklıdır. Bildiğimiz anlamdaki sıradan ışık değişik frekanstaki birçok dalganın karışımıdır. Ama Lazer kaynaklı ışık tekrenklidir, yani tek dalga boyludur. Helyum- neon lazer için ışığın dalga boyu 6328 \AA dur. Lazer ışığı uzun süreler ve uzun mesafeler için belli sabit faz değerleri verir. Dolayısıyla Lazerler koherent (eş fazlı) ışık kaynaklarıdır. Ayrıca girişim desenlerinin oluşabilmesi için kaynakların koherent olması yani her bir dalganın birbirine göre olan sabit fazının korunmalı olması, aynı zamanda kaynakların tek-renkli (tek dalgaboylu) olması ve doğrusal olarak üst üste gelme kuralının uygulanabiliyor olması gerekir.

DİKKAT: Lazer ışığının direk bakılması halinde retina üzerinde kalıcı körlüğe varan etkisi vardır. Bu nedenle ASLA Lazer ışığına ve yansımalarına direk bakılmamalıdır.

Kırınım

Kırınım, dalgalar küçük aralıklardan, engeller veya oldukça keskin kenarların yakınlarından geçtiğinde oluşur ve ışığın bir açıklık, delik veya engeli geçtiğinde doğrusal yolundan olan sapmasının nedenini açıklar. Kırınım olayı ışığın dalga teorisinin en keskin ispatıdır.

Kırınım deseninin analizi temelde Huygen's İlkesine dayanır. Huygen's İlkesine göre ışık bir yarıktan geçtiğinde yarığın her kısmı bir dalga kaynağı gibi davranır. Dolayısıyla yarığın bir kısmından çıkan ışık, başka bir kısımdan çıkan ışıkla girişim yapabilir.



Şekil 1.

Eğer gelen ışık düzlemsel dalga (paralel bir ışın) ise kaynakların hepsi aynı fazdadır ve gelen ışık yarığa dik yönde yayılır. Başka bir deyişle, ışık ekrana düz çizgi üzerinden gidemediği için engelden ekrana birçok farklı yoldan gider ve dolayısıyla farklı yol uzunlukları vardır. Yarığın her bir kısmından gelen ışınlar ekrana engelden ekrana olan uzaklıklarıyla orantılı fazlarda varırlar.

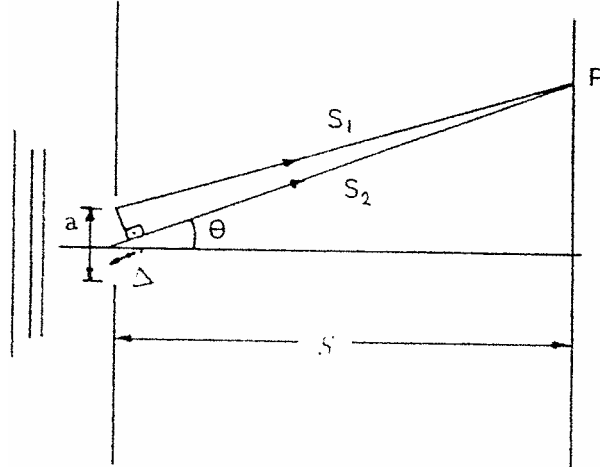
Genişliği b olan tek bir yarık tarafından ekranda meydana getirilen kırınım deseni merkezde parlak bir maksimum ve çok daha düşük şiddetlerde parlak ve karanlık bölgelerden oluşur. Merkezdeki parlak maksimum yarıktan düzlemsel bir dalga doğrusal yönde geçtiğinde oluşur. Bu durumda yarığın diğer kısımlarından oluşan bütün kaynaklar ekrana eşit uzaklıktadır ve dolayısıyla dalgalar ekrana aynı fazda varırlar. Ama bu noktadan uzaklaşıldığında yarığın bir kısmının ekrana olan uzaklığı ile diğer bir kısmının ekrana olan uzaklığı birbirinden farklı olur ve dolayısıyla faz farkı oluşur. Kırınım deseninde şiddeti sıfır yapan ϕ açısı

$$\sin \phi = n\lambda / b, \quad n = \pm 1, 2, 3 \dots \quad \text{ile verilir.}$$

Girişim

Işık dalgalarının girişimi, iki ya da daha fazla dalganın verilen bir noktada lineer olarak üst üste gelmesinin sonucudur. Aynı frekanstaki ve aynı istikamette yol alan, aralarında zamana göre sabit faz farkı bulunan iki dalga belli noktalarda maksimum ve minimumlar oluşturacak şekilde enerjilerini dağıtır.

Şekil 2.'de görüldüğü gibi ışık s_1 ve s_2 gibi eş fazlı ışık kaynağı çifti görevini yapan yarıklardan geçerek P noktasına varır. s_1 ve s_2 'den çıkan dalgalar aynı dalga cephesinden çıkarlar ve dolayısıyla sabit bir faz bağıntısını korurlar. Ama P 'ye aralarındaki yol farkı nedeniyle farklı fazda ulaşırlar. P noktasındaki girişimi yol farkının içerdiği dalga boyu sayısı belirler.



Şekil 2.

Mertebe numarası, tamsayı olduğu zaman P noktasında maksimum yani parlak bölge elde edilir.

$$\Delta = a \sin\phi$$

$$a \sin\phi = m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \text{maksimum}$$

m mertebe numarasıdır.

P noktasında minimum (karanlık saçak) elde edebilmek için yol farkı rasyonel sayı içermelidir.

$$a \sin\phi = (m + 1/2) \lambda \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \text{minimum}$$

Çift yarık deneyi ışığın dalgaboyunun ölçümü için ideal bir yöntem oluşturur. Young bu tekniği ışığın dalga boyunun ilk ölçümünü yapmak için kullanmıştır.

Benzer şekilde çift yarık yerine daha fazla sayıda eşit aralıklı yarıklarda kullanılabilir. Çok sayıda eşit aralıklı özdeş yarıklar, kırınım ağını oluşturur. Düz bir kırınım ağı bir araya yerleştirilmiş binlerce yarık dizisidir. Tipik bir ağ, bir santimetrede birkaç bin çizgi içerir.

Örneğin, 5000 çizgi/cm 'lik bir kırınım ağında yarıklar arasındaki d uzaklığı bu sayının tersine eşittir ve $d = (1/5000) = 2 \times 10^{-4}$ cm' dir.

Işık kırınım ağından geçerken her yarık kırınım oluşturur, kırınımına uğramış demetlerde birbirleri ile girişim yaparak nihai deseni oluşturur. Yarıklar çok fazla sayıda ve dar olduğundan girişim aralıklı saçaklarla netleşir. Bu saçak aralıklarını ölçerek ışığın dalga boyu hesaplanabilir. Işık dalgaboyunu bulmak için aşağıdaki formülden yararlanılabilir.

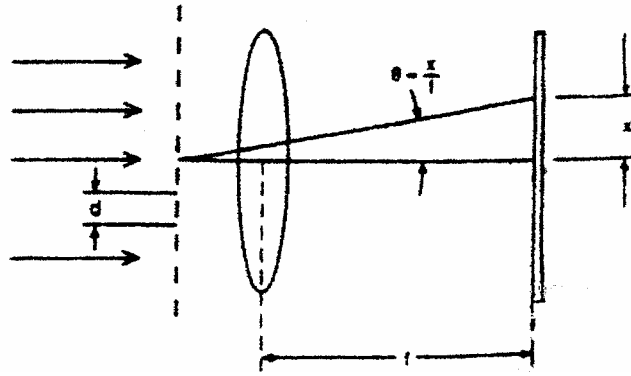
$$X = (\lambda f m) / d$$

Burada,

$\lambda \rightarrow$ ışığın dalgaboyu,

$d \rightarrow$ yarıklar arası mesafe,

$f \rightarrow$ ağı arkasına yerleştirilen merceğin odak uzaklığıdır.



Şekil 3.

ALETLER

- Helyum-neon lazer,
- Tek yarık,
- Çift yarık,
- Kırınım Ağı,
- 48 mm'lik mercek,

METOT

1. Lazer ve ekran arasına tek yarık yerleştirerek kırınım desenini elde ediniz.
2. Tek yarıkla ekran arasındaki S mesafesini ölçünüz.
3. Kırınım desenindeki ilk minimum genişliği olan x uzunluğunu ölçünüz. Küçük açılar için $\sin\phi = x/S$ olduğunu hatırlayarak yarık genişliğini bulunuz.
4. Aynı işlemleri 4 farklı tek yarık için tekrarlayınız.
5. Kırınım desenindeki merkez maksimum' un daha parlak olmasının sebebini açıklayınız.
6. Farklı ölçülerdeki çift yarıkların kırınım desenini oluşturun. 2. ve 3. basamakları çift yarık içinde tekrarlayın.
7. Kırınım Ağını ve 48 mm' lik merceği aynı komponent taşıyıcının karşılıklı kenarlarına yerleştirin.
8. Işın Ağ ve mercekten geçerken çok küçük bir açđ ölçüsüyle merceği çevirerek her iki kenarda merkezi maksimum ve ilk sıra maksimumu oluşturun.
9. Maksimum ve minimumlar arasındaki uzaklıkların yarık genişliğiyle ters, dalga boyuyla , λ , orantılı olduğunu hatırlayarak dalga boyunu hesaplayın.
10. Elde ettiğiniz datalardan yararlanarak sonuç yazınız.

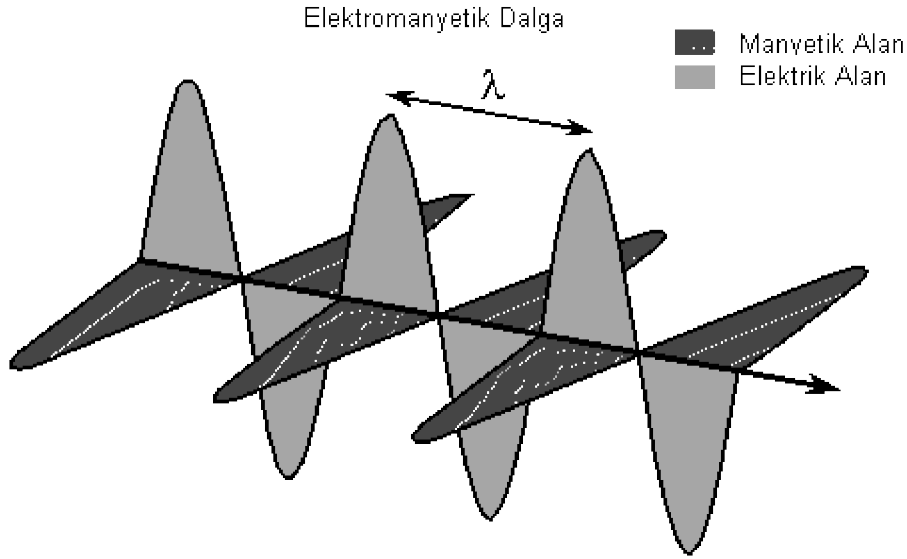
MICHELSON İNTERFEROMETRESİ

AMAÇ

- Işığın dalga yapısını anlamak
- İnterferometre kullanımını ve interferometrenin temel çalışma prensiplerini öğrenmek.

GENEL

Bir elektromanyetik dalga (EMD) üç boyutta ilerleyen ve salınan elektrik ve manyetik alanların birleşimi olarak modellenebilir. İnsan gözünün algıladığı ışık elektromanyetik spektrumunda çok küçük bir aralıktadır (görünür ışık: yaklaşık 400–700 nm dalgaboyu aralığında). Görünür ışığı oluşturan elektrik alan (\vec{E}) ve (\vec{B}) alan bileşenleri Şekil 1’de görüldüğü gibi birbirlerine diktir.



Şekil 1. Elektromanyetik Dalga

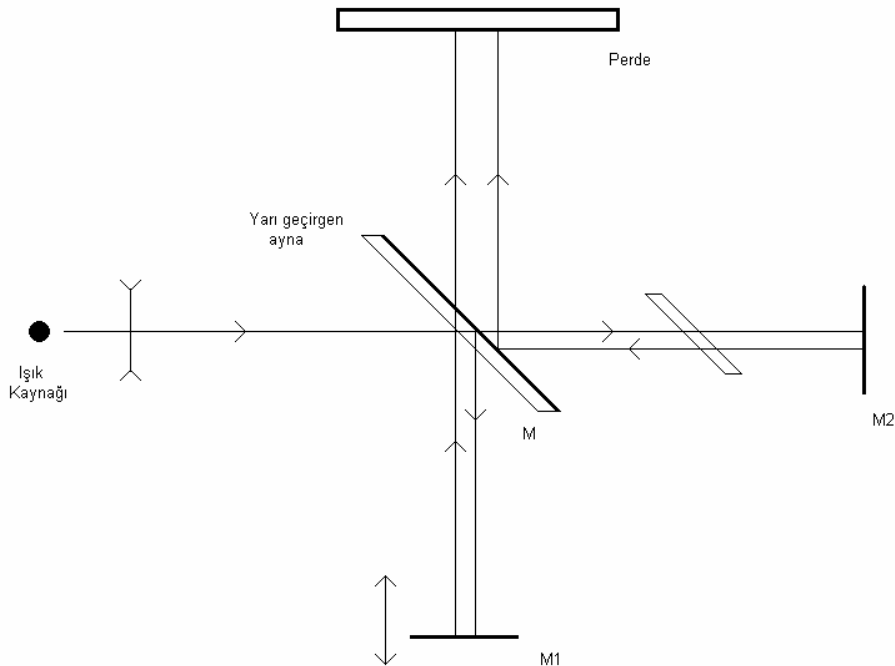
Farklı ışık kaynaklarının oluşturduğu ışık demetlerinin uzayda bir noktadaki etkileri, üst üste binme (superposition) prensibine göre belirlenir ve o dalgaların \vec{E} ve \vec{B} bileşenlerinin vektörel toplamının oluşturduğu etkidir. Bu olaya girişim denir. Aynı dalgaboylu ve aynı \vec{E} genlikli iki ışık dalgası aynı doğrultu üzerinde gönderilirse sonuç dalga iki dalga arasındaki

faz farkına (ϕ) bağımlı olarak belirlenir. Eğer uzayın o noktasında $\phi = 2\pi$ ise ışıklar yapıcı girişim, eğer $\phi = \pi$ ise yıkıcı girişim oluşturur.

Michelson İnterferometresi

Amerikalı fizikçi A.A.Michelson (1852-1931) tarafından keşfedilen interferometre sade bir aygıttır. Bu aygıt, ışık demetini iki kısma ayırmakta ve onlara farklı yollar izlettirdikten sonra birleştirerek girişim deseni oluşturmaktadır. Aygıt, dalga boylarının doğru olarak ölçümlerinde veya hassas uzunluk ölçümlerinde kullanılabilir.

İnterferometrenin şematik çizimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Tek renkli kaynak tarafından yayılan ışık demeti, kalın kenarlı mercekten geçerek, gelen ışına göre 45° lik açı yapan ve kısmen (yarı) gümüşlenmiş M aynası tarafından iki ışına ayrılmıştır. Işınlardan biri, düşey doğrultuda M_1 aynasına doğru yansıtılır. İkinci ışın ise yatay olarak M'i geçip M_2 aynasına gider. Böylece iki ışın, farklı yollar kat ederler. İki ışın, M_1 ve M_2 aynalarından yansdıktan sonra tekrar birleşerek perde üzerinde gözlenebilir girişim deseni oluştururlar. M ile aynı kalınlıkta olan bir cam plaka yatay ışın yolu üzerine yerleştirilmiştir. Bu iki ışının cam içerisinde aynı yolu almalarını sağlamak için konulmuştur.

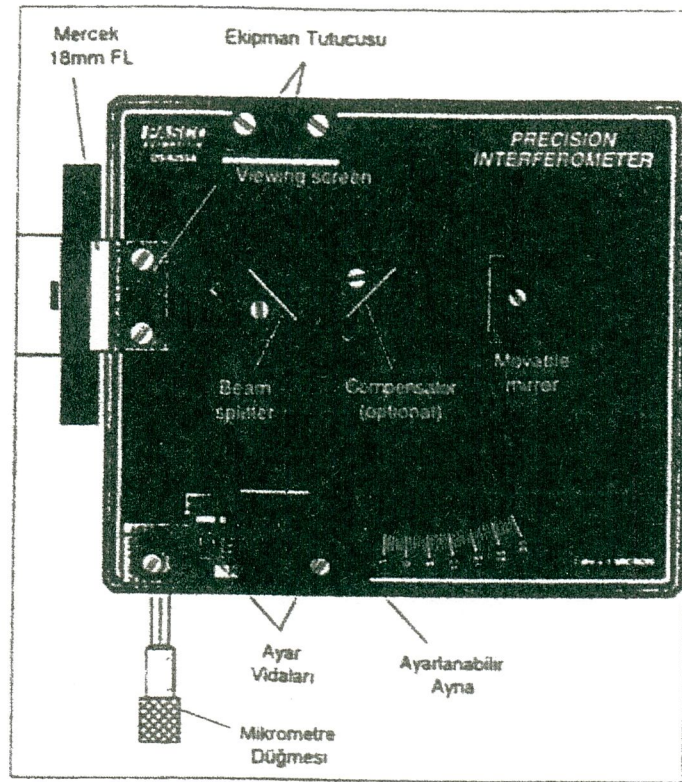


Şekil 2. Michelson İnterferometresinin şematik çizimi

Perde üzerine düşen iki ışının yaptıkları girişim sonucunda perdede Newton halkalarına benzeyen bir dizi karanlık ve aydınlık dairesel halkalar oluşacaktır. M1 aynası gösterilen doğrultuda hareket ettirilebilir ve bu hareket sayesinde M1 aynasına düşen ışının optik yolu değiştirilebilir. İki ışının perdenin merkezinde yapıcı girişim

$$2d = m\lambda, \quad m = 0,1,2,\dots, \text{ ile verilir.} \quad (1)$$

Burada d , M1 ve M2 aynalarına düşen ışınların optik yol uzunluklarının farkıdır. Eğer perdenin merkezinde aydınlık daire varsa ve bu durumda iken M1 aynası $\lambda/4$ kadar hareket ettirilirse, yol farkı $\lambda/2$ kadar değişecektir. O zaman iki ışın artık yıkıcı girişim yaparlar ve ortada karanlık daire oluşur. M1, $\lambda/4$ kadar bir uzaklığa daha götürülürse, tekrar aydınlık daire görülür. Böylece M1 aynasının her defasında $\lambda/4$ kadar hareket ettirilmesiyle art arda karanlık ve aydınlık daireler görünür. Buradan M1 in verilen bir yer değiştirmesi için merkezdeki aydınlık veya karanlık daire sayılarak ışığın dalgaboyu ölçülebilir.



Şekil 3. Michelson modu yerleşimi

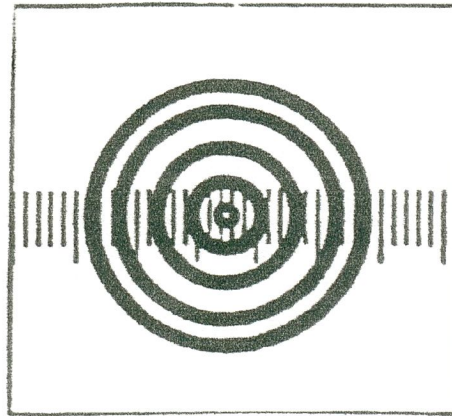
İnterferometre, büyük doğrulukla yer değiştirmeyi ölçebildiğinden, mekanik parçaların hassas ölçümünde sıkça kullanılır. İnterferometreler, hassas dalgaboyu ölçümlerini de mümkün kılar.

ALETLER

- İnterferometre
- Lazer
- Lazer Yerleşim Tezgâhı
- İnterferometre Aksesuarları
- Döner tabla, cam plaka

METOT

1. Lazeri ve interferometre tablasını, lazer demeti tablanın yüzeyine paralel olacak şekilde aynı hizaya getirin. Lazer demeti hareketli, aynanın merkezine düşmeli ve laser çıkışına geri yansımalıdır.
2. Ayarlanabilir aynayı, gözlem ekranını ve demet bölücüyü interferometre üzerine Şekil 3.'deki gibi yerleştirin.
3. Lazerden çıkan ışın demeti, gözlem ekranında iki grup parlak nokta oluşturur. Bu iki gurubun birbiri ile çakışmasını sağlamak için ayarlanabilir aynanın yönelimini belirleyen vidalardan ayarlayın.
4. 18mm odak uzaklığına sahip bir merceği komponent tutucu yardımı ile lazerin önüne yerleştirin ve yayılan demetin, demet bölücünün merkezinden geçmesini sağlayarak gözlem ekranında saçakları elde etmeye çalışın (Şekil 4).



Şekil 4. Saçakların sayılması

5. M1 aynasının değişim mesafesini belirleyen mikrometreyi sıfıra ayarlayınız.
6. Gözlem ekranında bir nokta seçerek mikrometreyi saat yönünün tersi yönünde yavaşça çevirerek saçaklarda oluşan değişimi gözleyiniz.
7. Kayan saçakları dikkatlice sayınız, 30 veya daha fazla saçak saymanız önerilmektedir. Saçak sayısını (N) ve aynanın hareket mesafesini (d) Tablo 1'e kaydediniz.
8. 5 farklı N ve d ölçümü alarak Tablo 1'e kaydediniz ve eşitlik 1'e göre, Tablo 1'de verilen istatistiksel sonuçları bulunuz.

SORULAR

1. M2 aynasının önündeki cam plaka ne amaçla kullanılmaktadır?
2. Michelson interferometresi eş iki kaynak yapabilmektedir. Eğer ışık kaynakları farklı dalgaboyunda kaynaklar olsaydı perdede ne gözlenirdi?
3. Deneysel düzeneğinizle bu durumu oluşturmak mümkün müdür? Perdenin merkezinde aydınlık saçak varken 20 aydınlık daire gözlenmiş ve mikrometreden okunan mesafe $4 \mu m$ ise kullanılan lazerin dalgaboyu ne kadardır?

PRİZMA SPEKTROMETRESİ

AMAÇ

- Prizma Spektrometresini tanıma
- Değişik dalga boylarında prizmanın kırma indisini bulmak ve dağılımı bağıntısını çıkarmak.

GENEL

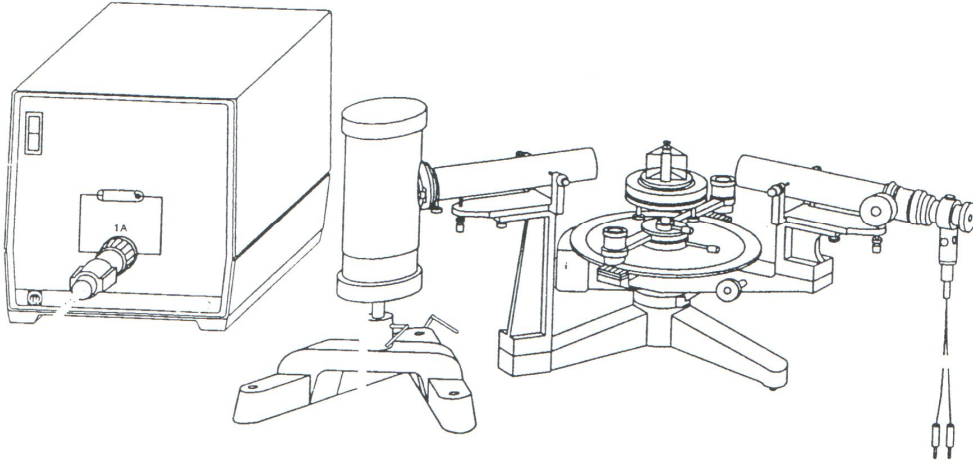
Işık için saydam olan maddelerden yapılmış, birbirleriyle belli bir açı yapan iki düzlem yüzeyi olan cisimlere prizma denir. Prizmalar, ışık kaynaklarından gelen ışınları dalga boylarına göre ayırmak, maddelerin kırma indisini ölçmek gibi amaçlar için kullanılır.

Newton 1666'da beyaz ışığın (ya da güneş ışığının) bir prizmadan geçirildiğinde renklere (dalgaboylarına) ayrıldığını gözlemiştir. Prizma ile ışığın renklerine ayrılmasına dağılım denir. Prizmanın beyaz ışığı renklerine göre ayırması değişik dalgaboylarındaki ışık için prizmanın kırma çarpanının değişik olması ile açıklanır. Böylece prizmaya değişik dalgaboyları içeren ışık gönderildiğinde, her dalgaboyu için kırma indisinin değişik olması sonucu, prizmadan değişik sapma açıları altında ve renklere ayrılmış olarak ışınlar çıkar. Işığın böyle dalgaboylarına ayrılıp sıralanışına spektrum denir.

Prizma spektrometresi bir spektrum oluşturup analiz etmek amacıyla kullanılan optik bir alettir. Prizma spektrometresi 4 temel parçadan oluşur:

1. Bir ucunda genişliği ayarlanabilen ince bir kesik bulunan kolimatör,
2. Prizma,
3. Prizmadan çıkan ışınları odaklayan bir teleskop,
4. Prizmanın yerleştirildiği ve çevresi açılara bölmelendirilmiş dönebilir bir taban.

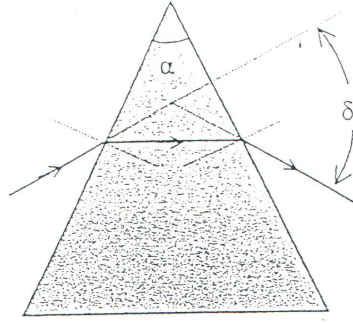
Kolimatör tabana yerinden oynamayacak bir şekilde bağlanmıştır. Teleskop ise, tabana bağlı olmakla birlikte, prizma tablası etrafında kolayca dönebilir. Teleskopun döndüğü açığı ölçmek için bulunduğu kola, prizma tablasının kenarındaki bölmelere karşılık gelecek bir Vernier eşeli bağlanmıştır.



Şekil 1. Prizma spektrometresi

Prizma spektrometresi ile ölçüm yapılabilmesi için spektrometrenin paralel ışığa göre ayarlanması gerekmektedir. Işık kaynağı, kolimatör ince kesiminin bulunduğu kısma yerleştirilir. Işık kaynağından çıkan ışık kolimatörün kesiminden geçirilir. İnce çizgi halindeki bu ışık prizmadan geçirilerek saptırılır. Prizmanın kırma indisi frekansa, dolayısı ile dalgaboyuna bağlı olduğu için farklı dalgaboylarındaki ışıklar farklı açılarda kırılarak teleskopa gelir ve burada farklı renkli çizgiler olarak gözlenir. Bu sistemde ölçü alınırken spektrum çizgileri teleskobun çaprazının üzerine getirilerek her bir dalgaboyu için teleskobun açısal pozisyonu belirlenir. Teleskobun açısal pozisyonu derecenin ondalıklı kesirleri cinsinden dairesel bir ölçekle okunur.

Bu deneyde, prizmanın kırma indisi bulunacaktır. Bu amaçla ışık, kırma indisi dalgaboyuna göre değişen bir prizmadan geçirilerek dalgaboyuna göre farklı açılarda kırılması sağlanacaktır. Monokromatik (tek dalgaboylu) bir ışık ışını prizmaya çarptığında prizma tarafından kırılarak doğrultusundan saptırılır. Başka bir deyişle, tek dalgaboylu ışık ışını prizmanın yüzeylerinden geçerken kırılır ve prizmadan çıkan ışın, çarpan ışının doğrultusundan farklı bir doğrultu kazanır. Prizmaya gelen ve çıkan ışınların doğrultuları arasındaki açıya sapma açısı, δ , denir ve δ , dalgaboyuna bağlıdır. Gelen ışığın doğrultusu değiştirilirse sapma açısı da değişir. Sapma açısı, belli bir gelme açısında minimum olur, bu açıya en küçük sapma açısı δ_{\min} adı verilir.



Şekil 2. Prizmaya gelen ve çıkan ışınlar ve açılar

Sapmanın en küçük olduğu bu durumda, gelme açısı prizmadan ışığın çıkma açısına eşit olur. Bu şartlar altında prizmanın kırma açısı aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir.

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha + \delta_{\min}}{2}\right)}{\sin\frac{\alpha}{2}}$$

Burada α , prizmanın kesişen düzlemleri arasındaki tepe açısıdır. Kırma indisinin, n , dalgaboyuna göre değişim grafiği dağınım eğrisi olarak adlandırılır. Deneysel olarak elde edilen bu eğri Cauchy denklemi ile ifade edilebilir.

$$n = A + B/\lambda^2 + C/\lambda^4 \dots$$

burada A, B,C,... prizmanın yapıldığı madde ile ilgili sabitlerdir. Pek çok amaç için ilk iki terimi bulmak yeterlidir. Bu deneydeki temel problem farklı dalgaboylarında prizmanın kırma indisini bularak Cauchy denklemindeki sabitleri bulmaktır.

ALETLER

- Öğrenci tipi prizma spektrometresi
- He, Cd, Na Lambaları

METOT

Prizma Spektrometresi:

kolimatörü ayarlayarak, spektrometreyi, ayarlanabilir giriş kesliğini, prizma tablasını, verniye ölçeğini kontrol edin. Bütün aletleri dikkatle kullanınız ve hiçbir parçayı zorlamayın.

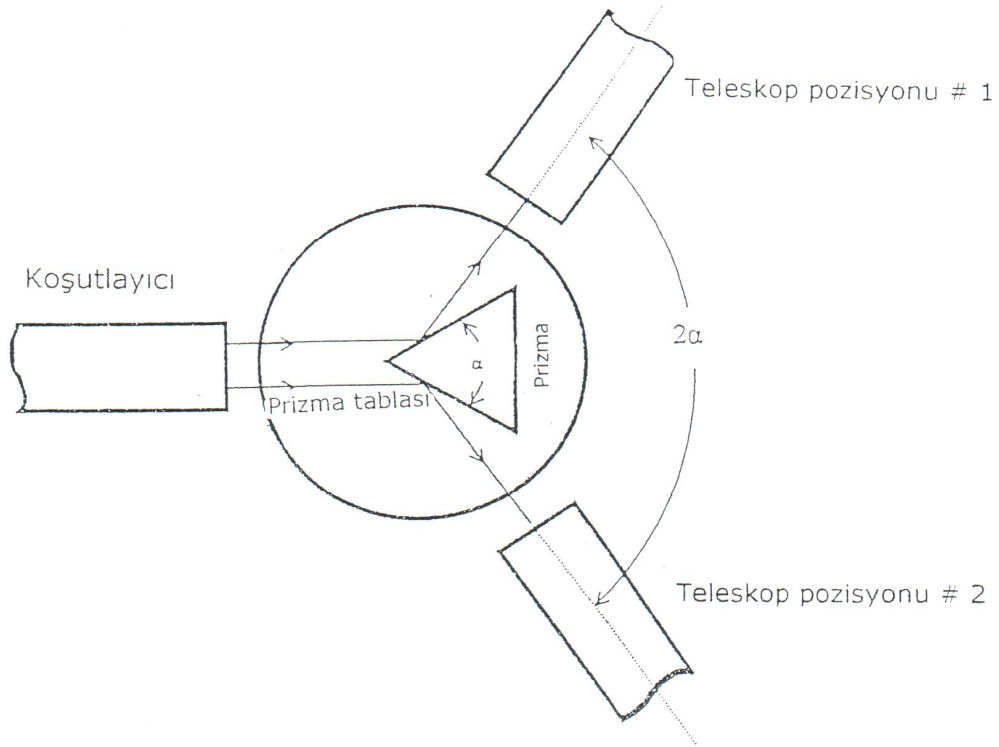
Spektrometrenin paralel ışık için ayarlanması:

Prizmaya kolimatörden gelen ışık ışınlarının paralel olarak hizalandırılmış olması ve prizmadan geçerek teleskoba paralel olarak ulaşması çok önemlidir.

1. Prizma yerleştirilmeden önce, teleskopla uzak bir cisme bakılır (deneyde karşı duvardaki bir cisme bakılabilir). Teleskobun önündeki mercek ileri geri hareket ettirilerek cisim teleskobun çaprazına odaklanır. Bu durumda teleskop paralel ışık için ayarlanmış olur; bu ayarlardan sonra teleskobun odağını daha fazla değiştirmeyin.
2. Daha sonra kolimatör paralel ışık için ayarlanır. Teleskop kolimatörü görece şekilde döndürülür ve ışık kaynağı açılır. Kolimatördeki kesik net görülecek şekilde, kesik ileri geri oynatılır. Bundan sonra, kesik genişliği teleskobun odak düzleminin merkezinde ince bir ışık demeti görülecek şekilde ayarlanır. Böylece kolimatörün merceğinden çıkan ışınlar paralel olarak koşutlanmış olur.

Prizma açısının ölçülmesi

1. Prizmayı spektrometre tablasının üzerine tepe açısı kolimatöre doğru olacak ve kolimatörden gelen ışık demetini ayırarak şekilde yerleştirin, **Şekil 3**.



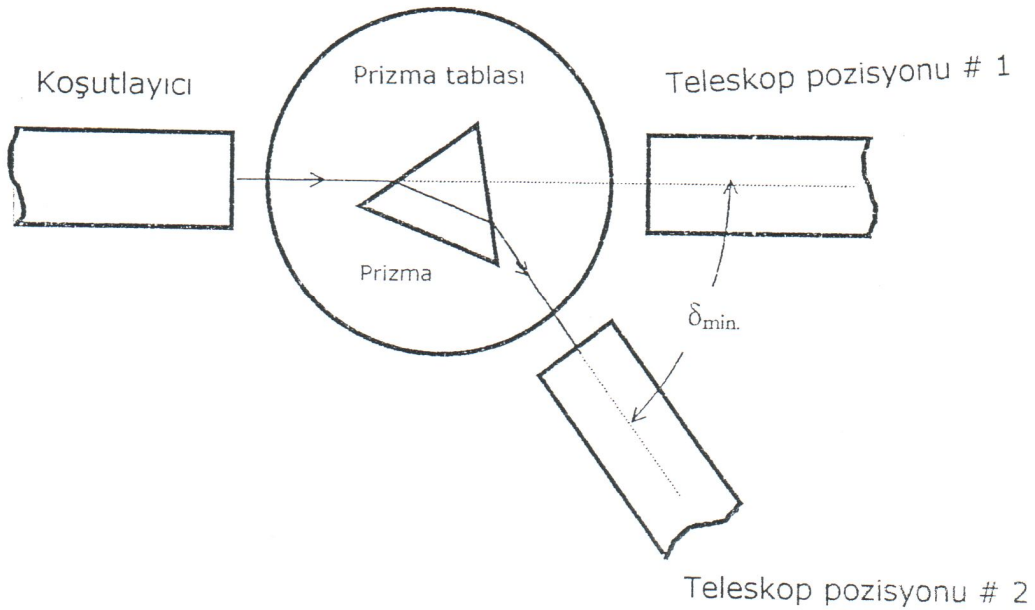
Şekil 3. Prizma açısının ölçülmesi

2. Prizmanın bir yüzünden yansıyan ışığın yönünü bulun. Ölçümlerinizi, teleskobu çevirerek kesik görüntüsünün teleskobun çaprazının tam olarak üstüne getirerek yapın. Kesik görüntüsü mümkün olduğunca ince olmalıdır. Teleskobun açısal pozisyonunu (teleskop pozisyonu #1) okuyarak Tablo 1'e kaydedin.

3. Teleskobu çevirerek prizmanın diğer yüzünden yansıyan ışığı bulunuz. Açısal pozisyonu okuyarak (teleskop pozisyonu #2) Tablo 1'e kaydedin.
4. Aynı ölçümleri iki defa daha tekrarlayarak ölçümlerinizi Tablo 1'e kaydedin.

Minimum sapma açısının ölçülmesi

1. Prizmayı kaldırın. Teleskobu çevirerek kesğin görüntüsü çok ince bir çizgi halinde teleskopun çaprazının üstüne gelecek şekilde konumlandırın (Şekil 4.).
2. Teleskobun pozisyonunu (teleskop pozisyonu #1) okuyarak Tablo 2'ye kaydedin.
3. Prizmayı bir yüzü kolimatörden gelen ışıkla yaklaşık olarak 45°'lik açı yapacak şekilde spektrometre tablası üzerine yerleştirin. Teleskobu kesğin renkli görüntüleri oluşuncaya kadar yavaşça çevirin. Teleskobun çaprazını oluşan spektral çizgilerden birinin üzerine getirin.
4. En küçük sapma açısının bulunması için prizma tablası spektral çizginin hareketinin ters yönde olacağı dönüm noktası bulununcaya kadar çevrilir. Aynı işlem birkaç kez daha tekrarlanarak dönüm noktası kesin olarak belirlenir. Bu yön en küçük sapma açısının yönüdür. Teleskobun açısal pozisyonu okunarak kaydedilir (Teleskop pozisyonu #2).
5. Yukarıda anlatılan metot diğer spektral çizgiler içinde tekrarlanır.



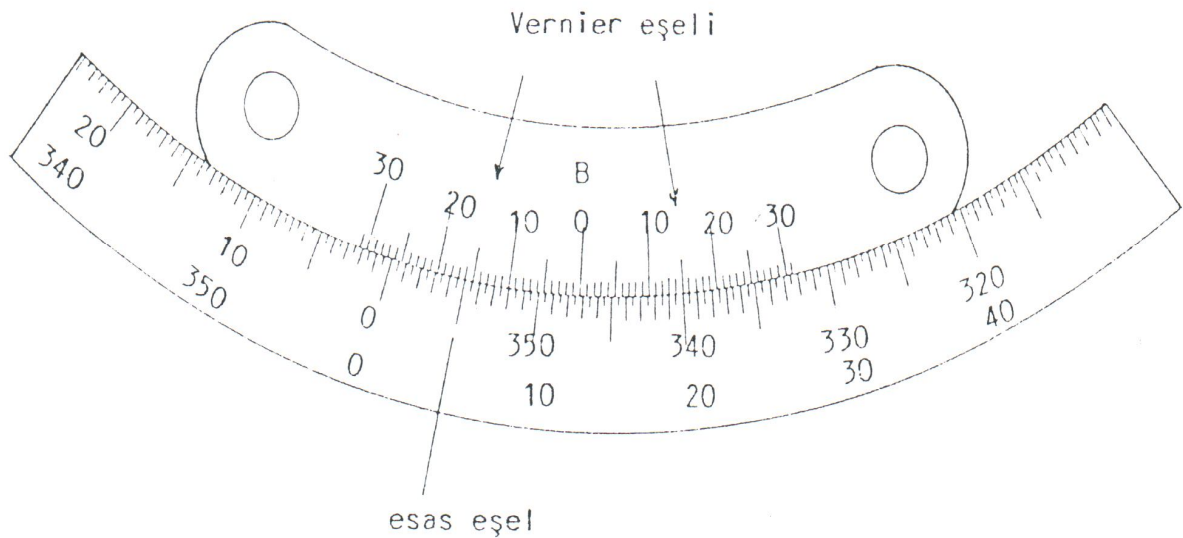
Şekil 4. En küçük sapma açısının ölçülmesi

Vernier Eşelinin okunması:

Şekil 5’de optik aletlerde sıklıkla kullanılan açısal bir Vernier eşeli görülmektedir. Esas eşelde, açı sağa ve sola doğru ölçülecek şekilde iki kısım vardır. Buna paralel olarak açısal Vernier eşeli de sıfır ortada olmak üzere sola ve sağa doğru 30 ‘ar bölme içermektedir. Şekil 5’deki konumda açının sağa doğru ölçüldüğü kabul edilirse sonuç $12^{\circ} 45'$ olarak okunur.

Burada Vernier eşelinin sıfırncı bölmesi, esas eşelin 12 tam ve bunu izleyen yarım bölmesine geçtiğine göre ölçülen açı $12^{\circ} 30'$ dan büyüktür. Vernier eşelinin sağdan 15. bölmesi esas eşelin bir bölmesi ile karşılaşmış olduğuna göre açı $12^{\circ} 30'$ dan $15'$ daha büyüktür. O halde açı $12^{\circ} 30' + 0^{\circ} 15' = 12^{\circ} 45'$ olur. Eğer açı sola doğru ölçülüyorsa sonuç şöyle okunur:

Vernier eşelinin sıfırncı bölmesi, esas eşelin 347° bölmesini geçmiştir. Açının 347° den kaç dakika büyük olduğunu Vernier eşelinin esas eşel kısmıyla çakışan belirtir bu da sola doğru 15. bölmedir. O halde sola doğru ölçülen açı, $347^{\circ} 15'$ dir.



Şekil 5. Vernier eşeli

Kullanılan Spektrum Çizgileri (nm):

He	Na	Cd
483.7 Mor	449.7 Mavi	467.8 Mor
447.1 Mor	446.8 Mavi	488.0 Mavi
471.3 Mavi	498.2 Mavi-Yeşil	508.6 Yeşil
492.1 Mavi-Yeşil	515.3 Mavi-Yeşil	643.8 Kırmızı
504.7 Yeşil	588.9 Sarı	
587.5 Sarı	615.4 Kırmızı	
667.8 Kırmızı		
706.5 Kırmızı		

BASİT HARMONİK HAREKET VE ENERJİNİN KORUNUMU

AMAÇ

- Hook kanununun ve basit harmonik hareketin incelenmesi. Basit harmonik hareket yapan bir sistemde potansiyel, kinetik ve toplam enerjinin bulunması.

GENEL

Sabit bir noktanın iki yanında salınan cisme titreşim hareketi yapıyor denir. Bu deneyde titreşim hareketinin özel bir şekli olan harmonik hareket incelenecektir. Bir ucu mandala tutturulmuş yayın öbür ucuna m kütlesi olan bir diskin asıldığını düşünelim. Kütle, denge konumundan küçük bir x uzaklığı kadar ayrılırsa yayın m kütlesi üzerine Hook yasası olarak verilen,

$$\vec{F} = -k\vec{x} \quad (1)$$

geri çağırıcı kuvveti uygulanır. Burada k yayın esneklik sabitidir. Yer değiştirme bu kuvvetle doğru orantılıdır. Yönü daima denge konumuna doğru yani yer değiştirmeye zıt yönlüdür. m kütlesi denge konumundan x uzaklığı kadar ayrıldığında, Newton'un 2. yasası uygulanarak, tek boyutta:

$$F = -kx = ma \quad (2)$$

$$a = -\frac{kx}{m} \quad (3)$$

olarak bulunabilir. Kütlenin ivmesi, kütlenin denge konumundan itibaren yer değiştirmesiyle orantılı ve zıt yöndedir. Dolayısı ile ivme yer değiştirmenin ikinci türevi olarak yazıldığında;

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{kx}{m} \quad (4)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada, $\omega^2 = \frac{k}{m}$ olarak tanımlanır. ω sistemin açısal frekansıdır. Bu

denklemin çözümü;

$$x(t) = A \cos(\omega t + \delta) \quad (x_{\max}=A) \quad (5)$$

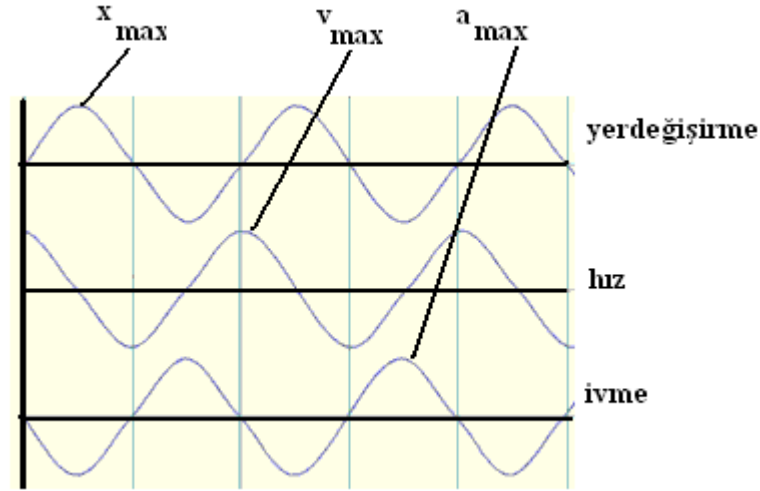
şeklinde kabul edilsin (δ : faz sabiti, eğer parçacığın $t=0$ 'daki konumu A ise faz sabiti 0 değerini alır).

Bu durumda hareketlinin hızı ve ivmesi sırasıyla aşağıdaki gibi elde edilebilir.

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \delta) \quad (v_{\max} = \omega A) \quad (6)$$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \delta) \quad (a_{\max} = \omega^2 A) \quad (7)$$

Aşağıdaki şekilde yerdeğiştirme, hız ve ivmenin zamana göre değişimleri verilmektedir.

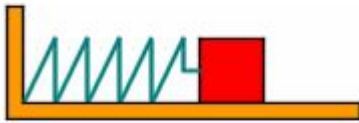


Geri Çağırıcı Kuvvet

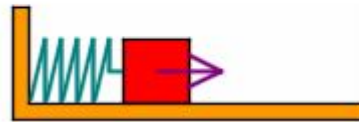
Bir yaya tutturulmuş sürtünmesiz yüzey üzerine hareket eden blok üzerindeki geri çağırıcı kuvvet için aşağıdaki yorumlar yapılabilir.



(a) Blok dengenin sağına ($x > 0$) kaydırıldığında, yay tarafından uygulanan kuvvet sola doğru etkir.



(b) Blok denge konumunda iken ($x = 0$), yayın uygulandığı kuvvet sıfırdır.



(c) Blok dengenin soluna ($x < 0$) kaydırıldığında, yay tarafından uygulanan kuvvet sağa doğru etkir.

Periyot/Frekans

Tam bir titreşim için geçen zamana periyot denir. Frekans, birim zamandaki periyotların veya tam titreşimlerin sayısı olarak tanımlanır. Bu durumda periyot:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (8)$$

ve frekans ise

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \quad (9)$$

olarak ifade edilebilir. Görüldüğü gibi periyot ve frekans yalnızca kütleyle yayın kuvvet sabitine bağlıdır.

Yaya bağlı hareketli cismin denge konumuna olan uzaklığını gösteren x koordinatına uzanım denir. Uzanımın en büyük değerine ise genlik (A) denilir. Hareketin periyodu ve frekansı genlikten bağımsızdır.

Enerji

İki yay arasına bağlanmış bir diskten oluşan yay-disk-yay sistemini düşünelim. Bu sisteme dışarıdan etkiyen bir kuvvet olmadığından sistemin toplam enerjisi korunur, yani sabit kalır. Sistemin E toplam enerjisi diskin K kinetik enerjisi ile yayın V potansiyel enerjileri toplamına eşittir.

$$K+V=E=\text{sabit} \quad (10)$$

Burada m diskin kütlesi, v diskin hızı, k yay sisteminin esneklik sabiti olmak üzere diskin kinetik enerjisi;

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 \sin^2(\omega t + \delta) \quad (11)$$

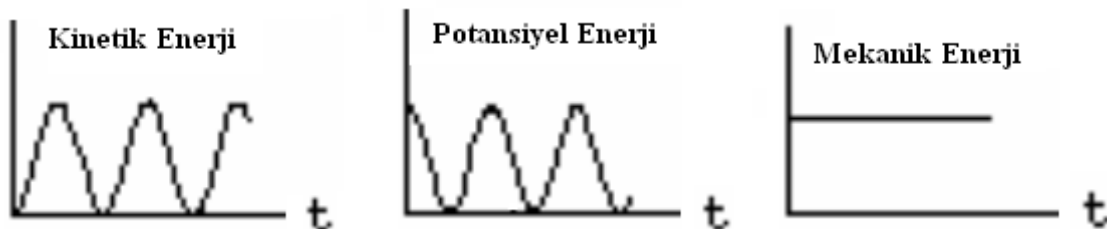
ve yayın potansiyel enerjisi ise;

$$V = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2 \cos^2(\omega t + \delta) \quad (12)$$

olarak ifade edilebilir. $\omega^2 = \frac{k}{m}$ olduğundan toplam enerjuyu aşağıdaki ifade edebiliriz.

$$E = K + V = \frac{1}{2}kA^2[\cos^2(\omega t + \delta) + \sin^2(\omega t + \delta)] = \frac{1}{2}kA^2 \quad (13)$$

Aşağıdaki şekilde basit harmonik hareket yapan bir kütle için, enerjileri arasındaki ilişki gösterilmektedir.

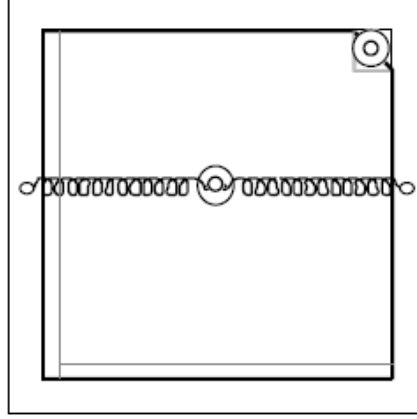


ALETLER

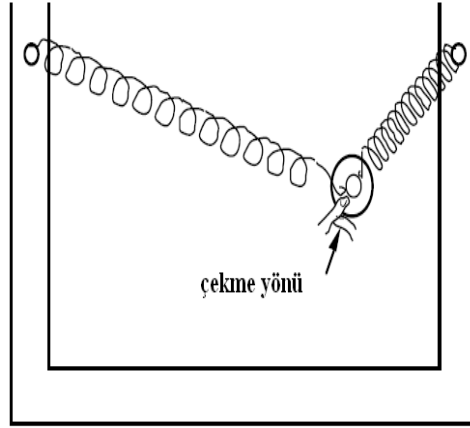
Hava masası, takoz, yay disk

METOT

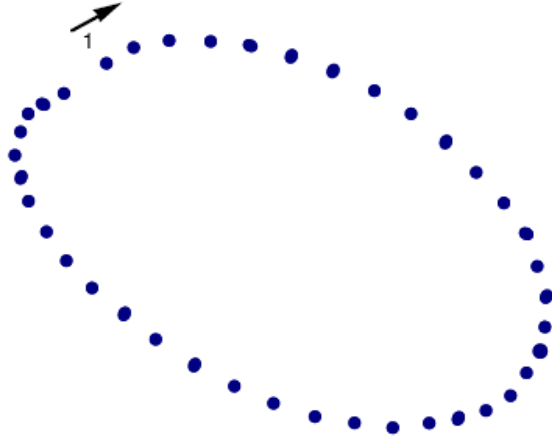
1. Deney düzeneğini yay-disk-yay biçiminde kurunuz. Hava masasına takoz yardımıyla eğim veriniz.



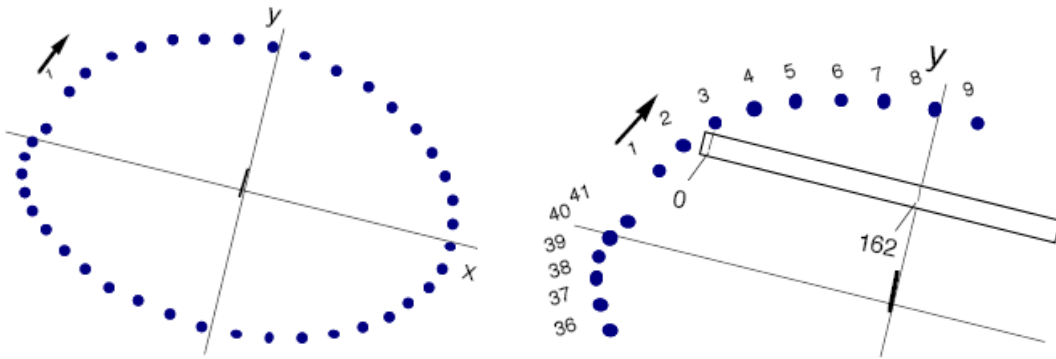
2. Yay disk yay sistemini üçgen kuracak biçimde aşağıdaki gibi geriniz.



3. Daha sonra komprasörün pedalına basarak salınıma bırakınız. Bu salınım kapalı bir yörünge hareketi yapıncaya kadar ark pedalına basınız. İlk bastığınız andaki noktanın yerini belirleyiniz. Bu noktaya gelince ark pedalını bırakınız. Bu hareketin sonucunda elips elde edilecektir.



4. Daha sonra elipsin tam merkezini belirleyerek x ve y koordinatlarını yerleştiriniz. x ve y koordinatlarının zamana bağlı değişimini tabloya aktarınız.



5. Tablodaki verilerin yardımıyla, x-t grafiğini çiziniz ve periyodu belirleyiniz.
6. Periyot yardımıyla $(\frac{2\pi}{T})^2 = \frac{k}{m}$ eşdeğer (bu deneyde iki yay kullanıldığı için tek bir yay sabitinden bahsedilemez) yay sabitini bulunuz.
7. Buna göre hız ve ivmenin maksimum değerlerini bulunuz.
8. Kinetik, potansiyel ve mekanik enerjinin zamana göre değişimlerinin grafiklerini çiziniz.
9. Kinetik ve potansiyel enerjilerin x'e değişimlerini çiziniz.

Not: Aynı işlemler y eksenine göre de yapılabilir. Tek fark genliktir.

SÖNÜMLÜ HARMONİK HAREKET

AMAÇ

- Sönümlü harmonik hareketin incelenmesi ve sönüm sabitinin bulunması.

GENEL

Yay sabitleri k ve k olan 2 yay m kütleli diskten oluşan yay-disk-yay sisteminin hareket denklemi, sürtünme ihmal edilirse

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{kx}{m} \quad (1)$$

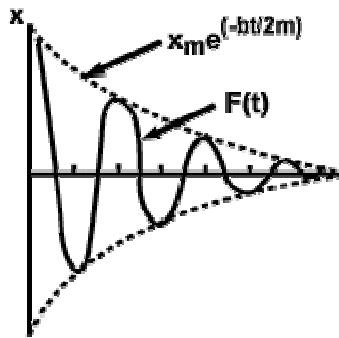
şeklinde ifade edilebilir. Burada, $\omega^2 = \frac{k}{m}$ olarak tanımlanır. ω sistemin açısal frekansıdır. Bu

denklemin çözümü;

$$x(t) = x_{\max} \cos(\omega t + \delta) \quad (x_{\max}=A) \quad (2)$$

şeklinde kabul edilsin (δ : faz sabiti, eğer parçacığın $t=0$ 'daki konumu A ise faz sabiti 0 değerini alır).

Sistemin hareketinde hızla orantılı sürtünme kuvvetinin de var olması durumunda titreşim genliği zamanla sabit durumunu koruyamaz ve küçülerek belli bir zaman sonunda sıfır olur. Bu tür harekete sönümlü harmonik hareket denir.



Sönüm faktörünün dikkate alınması durumunda denklem,

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + kx = 0 \quad (3)$$

olur. b katsayısı sönüm sabiti veya sönüm katsayısı olarak adlandırılır. Denklemin çözümü aşağıdaki gibidir.

$$x = x_{\max} e^{-\frac{b}{2m}t} \cos(\omega t + \delta) \quad (4)$$

hareketin frekansı ise

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2} \quad (5)$$

olarak bulunur. Hareketin genliği $A(t)$ zamanla değişen üstel bir fonksiyondur. A 'nın A başlangıç değerinin $1/e$ kesrine inmesi için geçen zamana titreşim ve dalgalar teorisinde durulma zamanı adı (d) verilir. Değeri ise aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$d = \frac{2m}{b} \quad (6)$$

Sönümlü harmonik hareket, frekansın değerine göre bazı isimler alır.

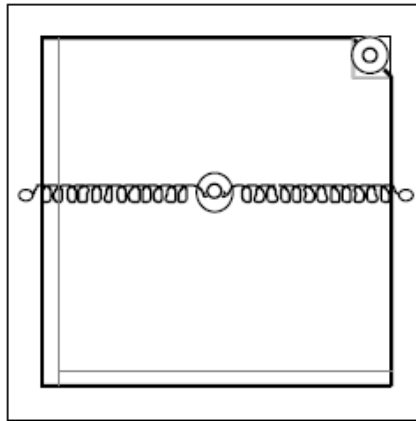
$\omega_0 > b/2m$	Bu durum az sönümlü ismini alır. Genlik zaman içinde yavaş yavaş azalır.
$\omega_0 = b/2m$	Sistem çabuk ve düz bir biçimde söner. Zaman içindeki gelişimi osilatori değildir. Hareket exponansiyel olarak değişir.
$\omega_0 < b/2m$	Aşırı sönümlü olma durumu. Titreşme olmaz. Basit bir şekilde söner.

ALETLER

Hava masası, 2 adet yay, disk

METOT

1. Hava masasını yatay durumuna getirdikten sonra aşağıdaki gibi yay-disk-yay sistemini kurunuz.



2. Sistemin hareket doğrultusu üzerinde bir miktar yana çekiniz ve hava pedalına basarak salınım bırakınız. Salınım devam ederken ark pedalına basınız ve deney kağıdını sabit bir hızla yavaşça çekiniz.
3. Hareketin iz grafiğini incelemek üzere eğrinin üzerindeki azalan maksimum genliklerini ölçünüz. Bulduğunuz bu değerlerin doğal logaritmasını alınız ve $\ln(A)$ 'nın zamana (t) karşı grafiğini çizin.
4. Elde ettiğiniz eğrinin şekli lineer oluyor mu? Eğer böyleyse bu doğrunun matematiksel ifadesinin n ve l birer sabit olmak üzere $\ln(A)t = -nt + l$ şeklinde yazınız ($1/d = n = b/(2m)$)
5. Bu ifadenin anti logaritmasını alınız. Eksponansiyel olarak genliği ifade ediniz.
6. Durulma zamanını bulunuz (yukarıdaki (6) numaralı denklem). Bulduğunuz sonucu 4 şikkıyla karşılaştırınız.

POLARİZASYON VE MALU YASASI

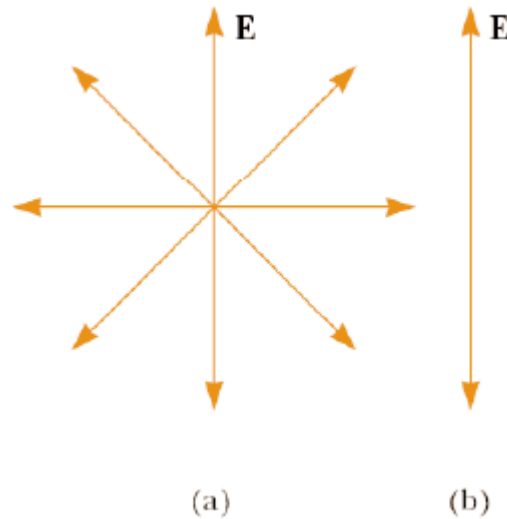
AMAÇ

- Doğrusal polarize olmuş lazer ışığının polarizasyon düzleminin bulunması.
- Polarizasyon filtresinden geçen ışığın şiddet değerinin filtrenin açılma pozisyonunun bir fonksiyonu olarak bulunması.
- Malu Yasasının ispatı.

GENEL

Bir dalganın polarizasyonu onun salınım yönünü belirtir. Işık birbirine dik olarak salınan elektrik ve manyetik alanların oluşturduğu elektromanyetik bir dalgadır. Her bir dalganın polarizasyon yönü elektrik alanının titreşim yaptığı yöndür. Bir ışık kaynağından çıkan dalganın her yönde titreşimi mümkün olduğundan bileşke elektromanyetik dalga birçok farklı yönde titreşen dalgaların üst üste gelmesidir. Dolayısıyla, güneşten gelen veya bir lambadan yayılan ışık polarize olmamıştır.

Eğer bileşke elektrik alan belirli bir noktada her zaman aynı yönde titreşiyorsa lineer olarak polarize olmuş demektir (Şekil1.). Elektrik alan ile yayılma doğrultusunun oluşturduğu düzlem, dalganın polarizasyon düzlemi adını alır.

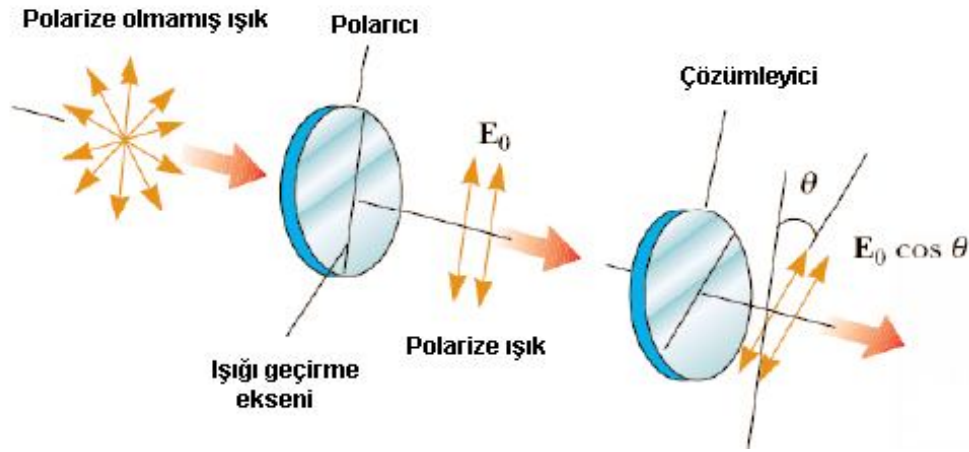


Şekil1. (a) Polarize olmamış ışık.(b) Lineer olarak polarize olmuş ışık.

Polarize olmamış ışığı bir polarıcıdan geçirerek polarize etmek mümkündür. En çok kullanılan polarıcılar, polaroid filmlerdir. Polarıcılar uzun zincirli hidrokarbonlardan ince tabakalar şeklinde elde edilir. Polarıcı maddelerin moleküler zincirlerine dik olan doğrultuya geçirme eksenini denir. Polarıcılar, sadece polarizasyon düzlemi kendi geçirme eksenine paralel olan ışığı seçerek geçiren malzemedir. Polarizasyon düzlemi geçirme eksenine dik olan ışık ise soğurularak geçirilmez.

Malu Yasası

Malu yasası geçirme eksenleri arasında θ kadar açı olan iki polarıcı malzemeden geçen ışık için kullanılabilir. Polarize olmamış ışığın iki polarıcıdan oluşan bir sistemden geçişini düşünelim (Şekil 2.).



Şekil 2. Malu yasası.

Işık ilk polarıcıdan geçirilerek polarize edilir, polarize ışığın yolunu kesen ikinci polarıcı çözümleyici olarak isimlendirilir. Çözümleyicinin geçirme eksenini polarıcının geçirme eksenini ile θ açısı yapar. Polarıcıdan geçen elektrik alan vektörü E_0 , çözümleyiciden sadece $E_0 \cos \theta$ doğrultusunda geçer. Geçen polarize ışığın şiddeti elektrik alanının büyüklüğünün karesi ile orantılı olduğundan çözümleyiciden geçen ışık şiddeti

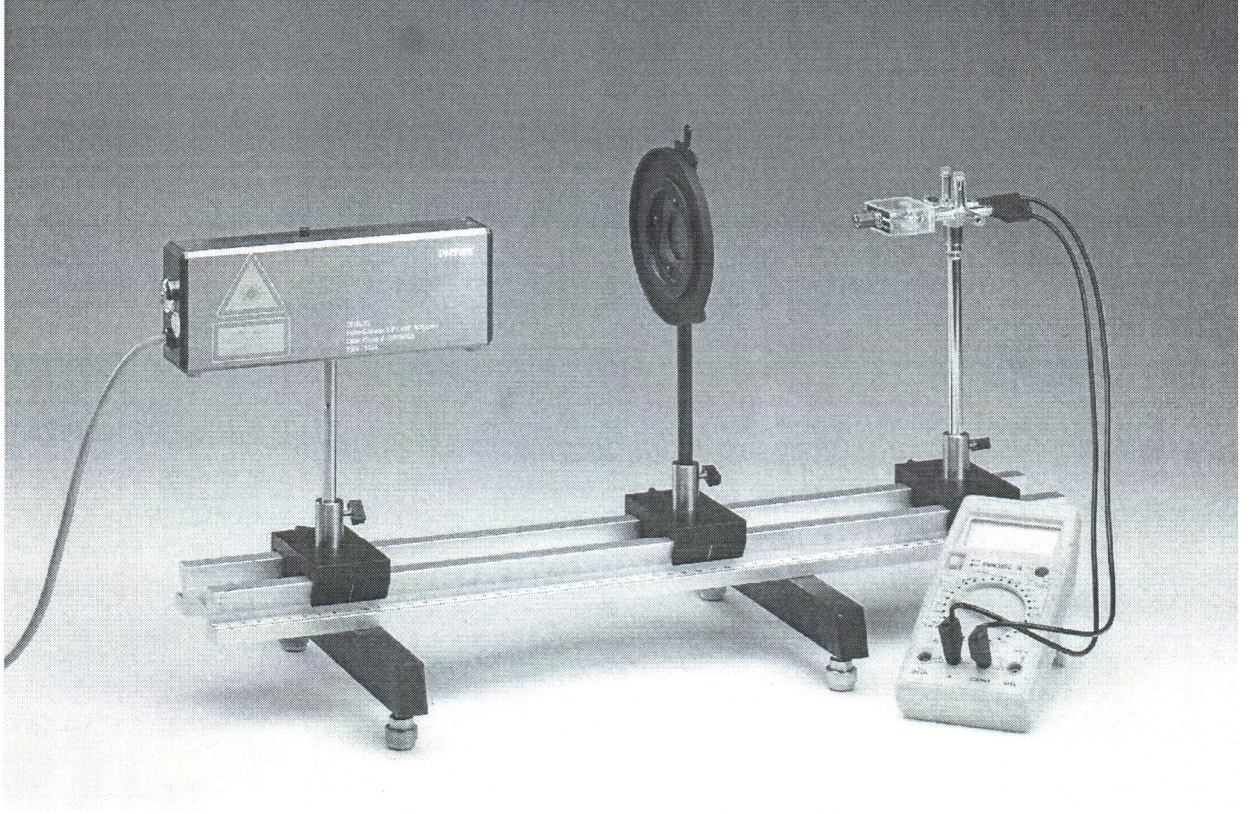
$$I = I_0 \cos^2 \theta, \text{ ile verilir.}$$

Burada I_0 , çözümleyiciden geçen maksimum ışık şiddetidir.

Bu denklem Malu yasası olarak isimlendirilir. İki polarıcının geçirme eksenleri paralel ($\theta = 0$ veya 180°) olunca maksimum şiddette ışık geçer. İki malzemenin geçirme eksenleri birbirine dik olunca ışık geçmez.

ALETLER

- He-Ne lazer
- Polarıcı filtre
- Fotosel
- Dijital multimetre



Şekil 2. Deney düzeneği.

METOT

1. Polarıcının açđ ölçeğini 0° getirerek lazer ışđının tamamının fotosele ulaşmasını sağlayınız. Açđ ölçeği 0° iken polarıcıdan geçen ışđın şiddetini ölçünüz. Bu şiddet değeri, lazer ışđının maksimum şiddet değeri.
2. Açđ ölçeğini çevirerek her 5° için şiddet ölçümü yapınız.
3. Şiddet ölçümünü 180° 'lik aralđın tamamı için yapınız.
4. Ölçümlerinizi kullanarak açđ ve ışık şiddet değişim grafiğini çiziniz.
5. Işık şiddetin $|\cos \theta|$ ve $|\cos^2 \theta|$ değişim grafiğlerini çizerek bu grafiğleri karşılaştırınız.
6. Grafiğlerinizden yararlanarak Malu yasasını ispatlayınız.

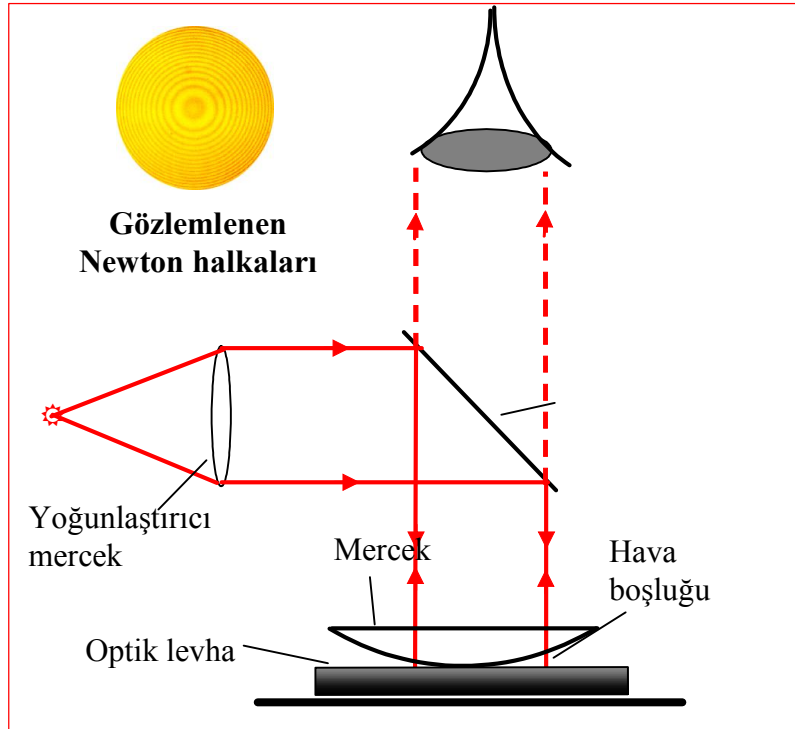
NEWTON HALKALARI

AMAÇ

- Newton Halkaları deney setini kullanarak verilen dalgaboyunda merceğin eğrilik yarıçapının bulunması,
- Verilen eğrilik yarıçapındaki mercek için monokromatik ışığın dalgaboyunun hesaplanması.

GENEL

Newton halkaları, monokromatik (tek-renkli) ışığın düz bir levha üzerinde yer alan dışbükey bir mercek üzerine düşürülmesi ile oluşan girişim halkalarıdır(Şekil 1). Bu halkalar merceğin alt kısmından yansıyan ışık ile, merceğin alt kısmından geçerek levhaya gelen ve buradan yansıyan ışığın girişimi ile oluşur. Girişim deseninin oluşması için ışınların koherent (eş fazlı) olması gerekir. Newton halkaları merceğin alt kısmından gelen yani aynı ışık kaynağından gelen ışınların girişimi ile oluşmaktadır.



Şekil 1.

Mercek etrafında herhangi bir noktada iki eş fazlı ışın arasındaki optik yol farkı l ;

$$l = 2nt \text{ ile verilir.} \quad (1)$$

Burada n , optik levha ile merceğin alt kısmı arasındaki maddenin kırılma indisi, t ise aradaki boşluğun genişliğidir.

Işımlar arası faz farkı ϕ ;

$$\phi = \frac{4nt\pi}{\lambda} + \pi \text{ ile verilir.} \quad (2)$$

Fazdaki π değişimi levhadan olan yansıma sonucu oluşur. Merceğin alt kısmından yansıyan ışık kırılma indisi daha düşük bir ortamdan yansıdığı için faz değişimine uğramaz. Sonuç olarak merkezi mercek ile levhanın temas noktası olan eşmerkezli dairesel karanlık ve aydınlık halkalar oluşur.

Yıkıcı girişim sonucu oluşan karanlık halkalar için faz farkı;

$$\phi = (2m + 1)\pi = m.2\pi + \pi \text{ ile verilir.} \quad (3)$$

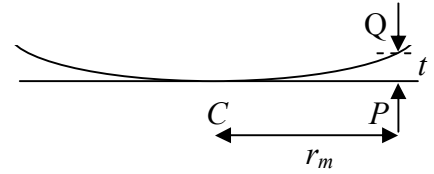
m , mertebe numarasıdır.

(2). ve (3). denklemler karşılaştırılırsa karanlık halkaların oluşabilmesi için gerekli boşluk kalınlığı t ;

$$t = m\lambda / 2n \text{ olmalıdır.}$$

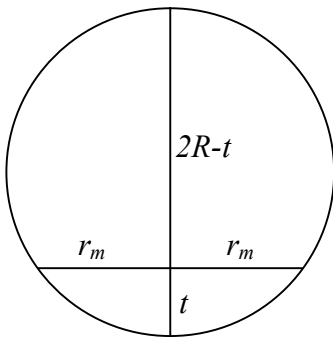
Karanlık ve aydınlık halkaların yarıçap ifadeleri, eğrilik yarıçapı ve dalgaboyu cinsinden elde edilebilir.

Merceğin eğrilik yarıçapı R , m . karanlık halkanın yarıçapı r_m olmak üzere, P noktasından yansıyan ışınlar arasındaki optik yol farkı yaklaşık $2t$ 'dir.



Şekil 2.

Şekil 3'ün geometrisinden de yararlanılırsa,



Şekil 3.

$r_m^2 = t(2R - t)$ elde edilir. Küçük t değerleri için t^2 ihmal edilebilir. Böylece,

$$t = \frac{r_m^2}{2R}$$

Dolayısıyla optik yol farkı,

$$2t = \frac{r_m^2}{R} \text{ elde edilir.}$$

Eğer hava boşluğu nedeni ile $m\lambda$ kadar bir yol farkı da varsa ışınlar arasında 180° 'lik faz farkı oluşur ve karanlık halkalar elde edilir. Dolayısıyla,

$$\frac{r_m^2}{R} = m\lambda \text{ olarak elde edilir.}$$

ALETLER

- Newton halkaları aleti
- Mercek (+50 mm)
- Girişim filtreleri
- Hg lambası
- Güç kaynağı
- Sarı, yeşil ve mavi filtreler.

METOT



Şekil 4. Deney düzeneği.

Newton halkaları deney düzeneği Şekil 4’de görüldüğü üzere civa buharlı lamba, 60 mm odak uzaklığı olan mercek, girişim filtresi, 50 mm odak uzaklığı olan mercek ve mercekten yaklaşık 40 cm uzaklıkta yer alan bir ekrandan oluşmaktadır. Deneyin başında renk filtreleri olmadan gelen ışınların optik yollarını ayarlayarak girişim deseni elde ediniz. Girişim halkaları ekranda görüldükten sonra renk filtrelerinden birini takarak ortamı karartınız. Dışbükey mercek ile plakayı birbirlerine değecek kadar yaklaştırarak ekranda girişim deseni elde ediniz. Farklı filtreler için girişim halkaları elde ederek bu halkaların çaplarını ölçünüz.

$$R=12.141 \text{ m}$$

Sarı		Yeşil		Mavi	
r_m	m	r_m	m	r_m	m

Tablo 1.

Tablo 1'den yararlanarak;

1. r_m^2 ile m değişim grafiğini çiziniz.
2. Grafiğin eğimini veren bir ifade bulunuz.
3. Grafiğin eğimi ve verilen $R=12.141$ m değerini kullanarak dalgaboyunu bulunuz.
4. Bulduğunuz dalgaboyu değerini verilen dalgaboyları ile karşılaştırınız.
5. Verilen dalgaboylarından yararlanarak merceğin eğrilik yarıçapını bulunuz.

MERCEK KANUNLARI VE OPTİK CİHAZLAR

VERİLER VE SONUÇLAR

AD SOYAD: -----

NUMARA:-----

GRUP NUMARASI:-----

1. a)

Tablo 1 Dışbükey merceğin odak uzaklığının bulunması

g (cm)	b (cm)	f (cm)

b)

Tablo 2. Dışbükey merceğin odak uzaklığının, odak uzaklığı $f_2 =$ cm olan başka bir mercede oluşan görüntü kullanılarak bulunması.

g_1 (cm)	b_2 (cm)	g_2 (cm)	$b_1 = (g_2 - e)$ (cm)	f_1 (cm)

2. Dışbükey merceğin odak uzaklığının (f_s) Bessel metodu kullanılarak bulunması,

d (cm)	e (cm)	f (cm)

$$\sum f =$$

3. Dışbükey merceğin odak uzaklığının (f_z) Bessel metodu kullanılarak bulunması,

d (cm)	e (cm)	f_{bil} (cm)

$$\sum f_{bil} =$$

$$\sum f_z =$$

4. Basit optik gereçlerin kurulumu

a)

f (cm)	b (cm)	V

b)

a' (cm)	f₁ (cm)	f₂ (cm)	$\beta_{objektif}$	Γ_L

Şekil 6. ve Şekil 7. 'de verilen teleskopları kurarak bu teleskopların büyütme oranını hesaplayınız.

VERİLER VE SONUÇLAR

AD SOYAD: -----

NUMARA:-----

GRUP NUMARASI:-----

BİRİNCİ KISIM: TEK YARIK

Tablo 1. Farklı genişliklerdeki tek yarıklar için ölçümler

Desen	A	B	C	D
Ekranın yarıktan olan uzaklığı, S				
İlk minimum genişliği, x				
Mertebe numarası, m				
Yarık genişliği, a				
Teorik yarık genişliği, a_0				
Hata hesabı				

* Kırınım deseniindeki merkez maksimum'un daha parlak olmasının nedenini açıklayınız.

İKİNCİ KISIM: ÇİFT YARIK

Tablo 2. Farklı genişliklerdeki çift yarıklar için ölçümler

Desen	A	B	C	D
Ekranın yarıktan olan uzaklığı, S				
İlk minimum genişliği, x				
Mertebe numarası, m				
Yarık genişliği, b				
Teorik yarık genişliği, b_0				
Hata hesabı				

ÜÇÜNCÜ KISIM: KIRINIM AĞI

Tablo 3. Kırınım ağını kullanarak dalgaboyunun hesaplanması

Yarıklar arası mesafe, d	
Merceğin odak uzaklığı, f	
Mertebe numarası, m	
Kullanılan ışığın dalgaboyu, λ_h	
Hata: $\Delta\lambda = \frac{\lambda_0 - \lambda_h}{\lambda_0}$	

*Deneyin amacını ve elde ettiğiniz verilerden yararlanarak sonuç yazınız.

VERİLER VE SONUÇLAR

AD SOYAD: -----

NUMARA:-----

GRUP NUMARASI:-----

Tablo 1

d_i					
N_i					
λ_i					
$\bar{\lambda} = \sum_{i=1}^m \lambda_i / m =$ $\Delta\lambda = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\lambda_i - \bar{\lambda})^2 / m - 1} =$ $\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda =$					

1. N ve d ölçüm değerlerini kullanarak, her bir N , d ölçüm değeri için lazerin dalgaboyunu (λ_i) bularak Tablo 1'e kaydediniz.
2. Lazer dalgaboyunun aritmetik ortalaması ve standart sapmasını ölçüm değerlerinizden hesaplayarak Tablo 1'e kaydediniz.
3. Ölçüm değerlerinizi kullanarak N & d değişim grafiğini çiziniz.

VERİLER VE SONUÇLAR

AD SOYAD: -----

NUMARA:-----

GRUP NUMARASI:-----

Tablo 1. Prizma açısı, α

Pozisyon #1	Pozisyon #2	α_i
		$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i}{N}$

Tablo 2. Dalgaboyuna karşılık gelen kırma indisleri

λ	Pozisyon #1	Pozisyon #2	δ_{\min}	n

1. Kırma indisinin dalgaboyuna göre değişim grafiğini çiziniz (n & λ).
2. Cauchy denkleminin dalgaboyu ve kırma indisi arasındaki ilişkiyi doğru verdiğini kabul ederek ve en küçük kareler yöntemini kullanarak n 'nin $1/\lambda^2$ göre değişim grafiğini çiziniz.
3. Grafikten yararlanarak A ve B sabitlerini bulunuz.