

DENEY 1: TEMEL GEOMETRİK OPTİK DENEYLERİ

AMAÇ: Düzlem aynada görüntü oluşumunun, tersinirlik ilkesinin, dispersiyonun, tam iç yansımanın, ışığın ve renklerin incelenmesi.

A) YANSIMA YASASI

ÖN BİLGİ

Herhangi bir şekildeki aynadan yansıma ile oluşan görüntünün yeri ve şekli birkaç basit kuralla tespit edilebilir. Bilinen kurallardan biri ışığın bir doğru boyunca yayıldığıdır. Herhangi bir olayın oluşumunun temel kurallarını tespit etmenin en iyi yolu olayı çok iyi gözlemlemektir. Bu deneyde düzlem bir aynadan yansıyan ışığı gözlemleyeceksiniz. Bulduğunuz kuralları bundan sonraki deneylerde daha karmaşık yansımalar için kullanacaksınız.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil-1'deki deney düzeneğini kurunuz. Işık düzlem aynaya dik düşmesini sağlayınız. Daha sonra ışın tablasını döndürünüz ve ışık ışını gözlemleyiniz. Işık gelme açısını değiştirerek yansıma açısını bulunuz (Yansıma1). Daha sonra ışın tablasını normalin diğer tarafına doğru döndürerek aynı ölçümleri tekrarlayınız (Yansıma2). Sonuçları Tablo-1'deki yerlerine yazınız. Her iki durumda da sonuçlar aynı mıdır? Değil ise farkın nedeni ne olabilir? Gelme ve Yansıma açıları arasındaki bağıntı nedir? Gelen ve Yansıyan ışınlarla normalin aynı düzlemde olduğunu bir kural olarak bu deneyde nasıl gözlemlediniz?

Gelme Açısı	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Yansıma1										
Yansıma2										

Tablo 1

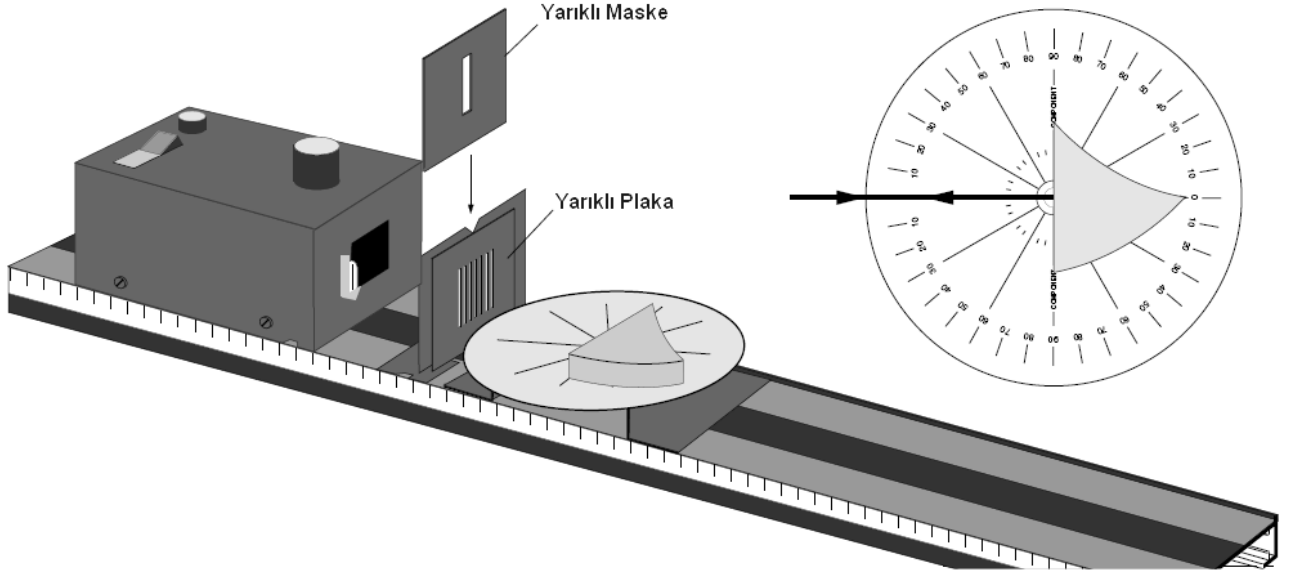
B) BİR DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

ÖN BİLGİ

Bu deneyde, düzlem aynadan yansıyan bir görüntünün yerinin cismin yerine nasıl bağlı olduğunu ve görüntünün, temel prensiplerinin doğrudan sonucu olduğunu araştıracaksınız.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil-2a'daki deney düzeneğini kurunuz. Yarık plakasını ve ışık kaynağını keskin, kolay görünen ışınlar için ayarlayınız, ışın tablasının üzerine boş beyaz bir kâğıt yerleştiriniz ve kâğıdın üzerine aynayı koyunuz. Aynayı ışık ışınlarının tümü düz yüzeyden yansıyacak şekilde yerleştiriniz. Aynanın durumunu belirlemek için kâğıt üzerine çizgi çiziniz. Yansıyan ışınlar doğrultusunda aynaya bakarsanız yarık plakasının, ışık kaynağının flamasının görüntüsünü görebilirsiniz.

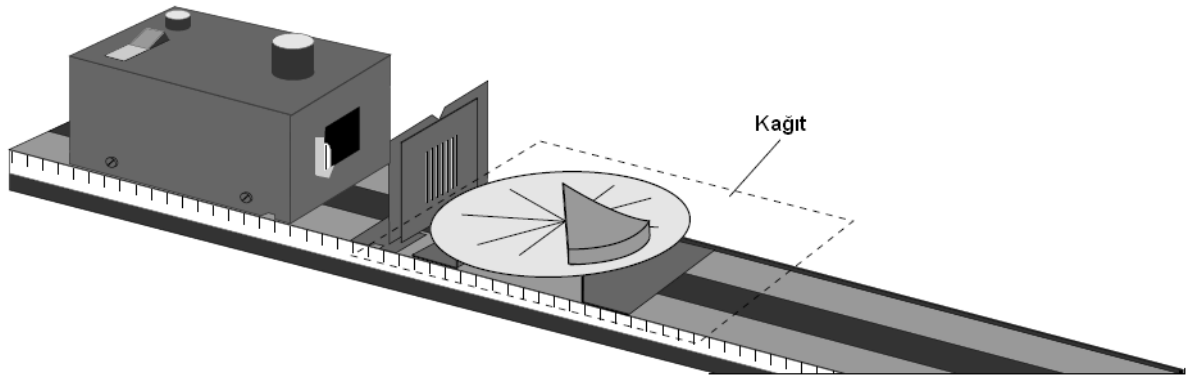


Şekil 1. Düzlem aynada yansıma

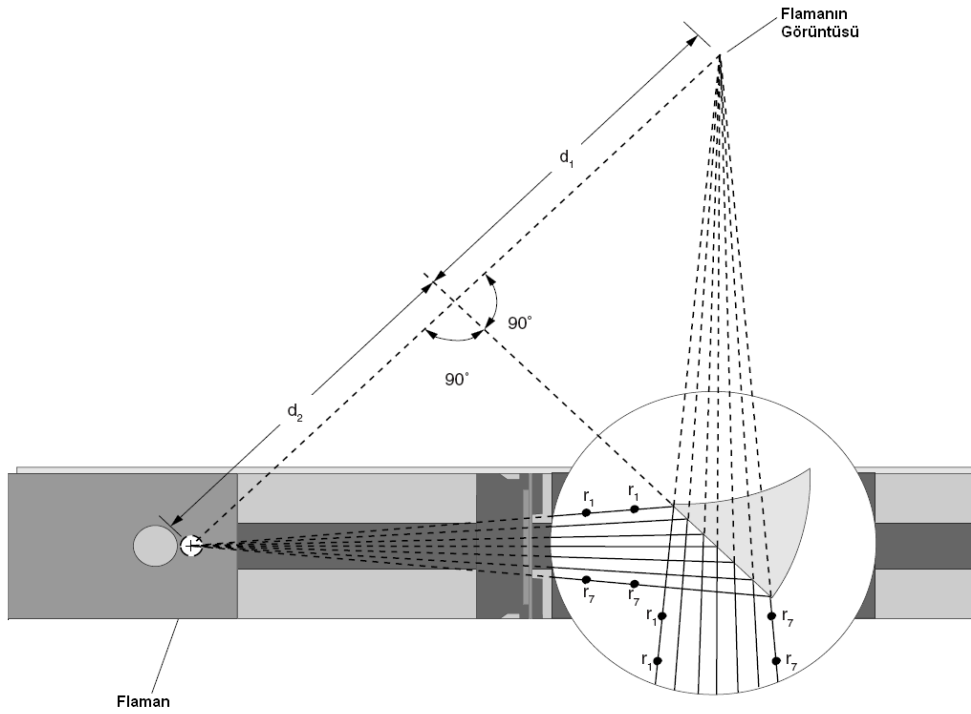
1. Işıkların aynanın içinde düz bir yol izlediğini gördünüz mü? Bir kalemle gelen ve yansıyan ışıkların her birinin yolu için iki nokta koyun. Noktalar r_1 , r_2 şeklinde kodlayın (Bakınız Şekil-2b). Kâğıdı kaldırın ve gelen yansıyan ışıkların uzantılarını bir cetvel ile çiziniz. Flamanın ve yansıyan görüntüsünün durumunu belirleyin.
 2. Flamanın ayna düzlemine olan d_2 dik uzaklığı ne kadardır?
 3. Flamanın görüntüsünün ayna düzlemine olan d_1 dik uzaklığı ne kadardır?
- Işık kaynağı ve aynanın yerini değiştirerek deneyi tekrarlayınız. Sonuçları Tablo-2'ye yazınız.
4. Düzlem aynada yansıma için cisim ve görüntü yeri arasındaki bağıntı nedir?

d_1 (cm)	d_2 (cm)

Tablo 2



Şekil 2.a. Düzle aynada görüntü oluşumu için kurulacak düzenek



Şekil 2.b. Düzlem aynada görüntü oluşumunun gösterimi

C) KIRILMA YASASI

ÖN BİLGİ

Işık, yansıtıcı bir düzleme rastladığında aniden yayılma doğrultusunu değiştirir. Aynı zamanda iki farklı yayılma ortamı arasında bir sınırı geçerken de doğrultusunu değiştirir, örneğin su ve hava, hava ve akrilik ortamlar gibi. Bu durumdaki doğrultu değiştirmeye “Kırılma” denir.

Yansımada olduğu gibi, basit bir yasa ile ışığın kırılması tanımlanabilir. “Snell yasası” olarak bilinen kırılma yasasına göre;

$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$$

bağıntısı mevcuttur. Burada n_1 ve n_2 sabittir ve her bir ortamın kırılma indisi olarak adlandırılır. Bunlar ışığın geçtiği iki ortamın özelliklerine bağlı niceliklerdir. θ_1 ve θ_2 , iki ortamda bulunan ışık ışınlarının normal ile yaptıkları açılardır. Bu deneyde Snell Yasasının doğruluğunu test edeceksiniz ve akriliğin kırılma indisini ölçeceksiniz.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil 3’deki düzeneği kurunuz. Dereceli ışın tablasının merkezinden doğrudan tek bir ışık ışınının geçmesi için gerekli ayarlamaları yapınız. Silindirik merceğin diz yüzeyini ışın tablasının orta düz çizgisi ile çakıştırınız. Bu durumda derece skalasının merkezinden geçen radyal çizgiler, merceğin dairesel yüzeyine tamamen dik olacaktır. Merceğin durumunu bozmadan ışın tablasını çevirerek, Tablo-3’de verilen gelme açısı değerlerine karşılık kırılma açılarını gözlemleyerek yazınız.

Normalin Sağ Yanı		Normalin Sol Yanı	
Gelme Açısı-1	Kırılma Açısı-1	Gelme Açısı-2	Kırılma Açısı-2
0°		0°	
10°		10°	
20°		20°	
30°		30°	
40°		40°	
50°		50°	
60°		60°	
70°		70°	
80°		80°	
90°		90°	

Tablo 3

1. Merceğin düz yüzeyine gelen ışın içeride eğiliyor mu? Merceğin eğri yüzeyinden çıkan ışın eğriliyor mu? Normalin diğer yanı (Sol taraf) için aynı ölçümleri tekrarlayın (Kırılma Açısı-2).
2. Her iki ölçüm için de sonuçlar aynı mıdır? Değilse nedenini tartışınız.
3. Gelme Açısı-1 ve Kırılma Açısı-1 için bulduğunuz değerleri kullanarak lensin yapıldığı akriliğin indisini bulunuz. Bunun için ayrı bir grafik kağıdına, x-ekseni üzerine kırılma açısının sinüsü ve y-ekseni üzerinde gelme açısının sinüsünü gösteren bir grafik çiziniz. İki ölçümün her biri için oluşturduğunuz grafiklerden kırılma yasasına uygunluğunu tartışınız. En düzgün doğrulardan eğimi hesaplayınız ve akriliğin kırılma indisini tespit etmek için sonuçların ortalamasını alınız. Sonuçlarınızı Tablo-4'e yazınız (Havanın kırılma indisini 1 alınız).
4. Gelme Açısı-2 ve Kırılma Açısı-2 değerlerini kullanarak yukarıdaki işlemleri tekrarlayınız ve akriliğin kırılma indisini bulunuz.

n_1	n_2

Tablo 4

D) TERSİNİRLİK

ÖN BİLGİ

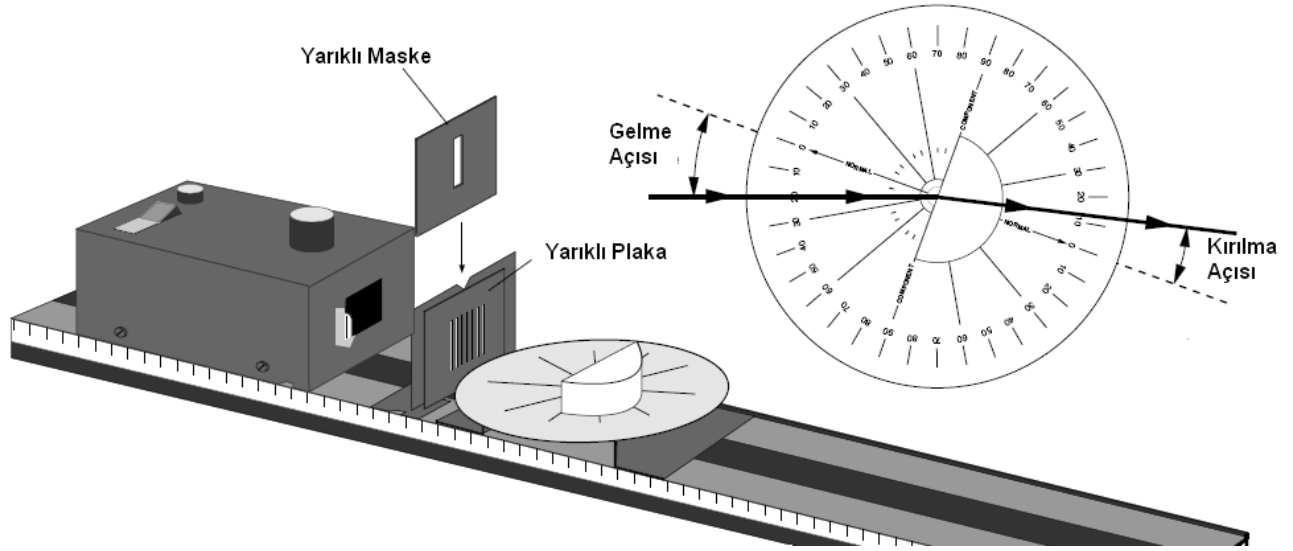
- B) Bölümündeki deneyde ışığın havadan optikçe daha yoğun bir ortama geçerken gelme ve kırılma açısı arasında nasıl bir bağıntı olduğunu inceledik. Geriye önemli bir soru kalmaktadır. Işık optikçe daha yoğun bir ortamdan hava ortamına geçtiğinde gelme ve kırılma açıları arasında aynı bağıntı geçerli midir? Işık zıt doğrultuda gittiğinde kırılma yasası değişir mi yoksa aynı mı kalır? Bu deneyde bu sorunun cevabı araştırılacaktır.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil-3'teki deney düzeneğini kurunuz. Dereceli ışın tablasının merkezinden doğrudan tek bir ışık ışınının geçmesi için gerekli ayarlamaları yapınız. Silindirik merceğin düz yüzeyini ışın tablasının orta düz çizgisi ile çakıştırınız. Bu durumda derece skalasının merkezinden geçen radyal çizgiler, merceğin dairesel yüzeyine tamamen dik olacaklar.

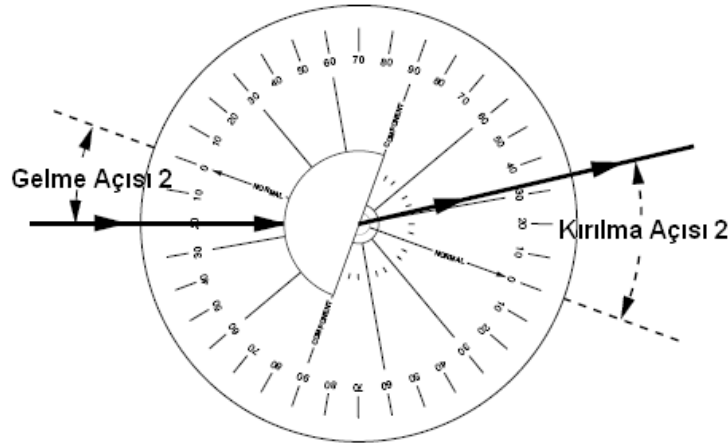
Merceğin durumunu bozmadan ışın tablasını döndürünüz ve Tablo-5’de verilen gelme açılara karşılık kırılma açılarını ölçerek Tablo-5’e yazınız. Bu kırılma açılarını (Kırılma Açısı-1) Gelme Açısı-2’ye aktarınız. Şimdi merceğin eğri yüzeyini, gelen ışın yönüne çeviriniz (Işın tablasını 180° döndürünüz). Küresel merceğin düz yüzeyine içten gelme açısı Şekil-4’de görülmektedir. Gelme Açısı-2’deki değerlere karşılık kırılma açılarını tabloda Kırılma Açısı-2’ye yazınız.

Gelme Açısı-1, Kırılma Açısı-1 ve Gelme Açısı-2, Kırılma Açısı-2 için bulduğunuz değerleri kullanarak Lensin yapıldığı akriliğin Kırılma indisini ayrı ayrı bulunuz (Deneyin C kısmında uygulanan yöntemle). Sonuçlarınızı Tablo-6’ya yazınız.



Şekil 3. Tersinirlik deney düzeneği

1. Kırılma yasası, her iki ortam arasında her doğrultuda yayılan ışık ışınları için aynı mıdır?
2. Ayrı bir kağıda silindirik lensin dışına çıkan ve içine giren bir ışık ışını gösteren bir diyagram çizin. Işının yayılma doğrultusunu göstermek için oklar kullanınız. Şimdi ışık ışını üzerindeki oku ters çeviriniz. Kırılma yasasının yeni gelme ve kırılma açıları için doğruluğunu kontrol ediniz bura **“Optikçe tersinirlik Prensibi”** denir.
3. Kırılmada olduğu gibi yansımada da optikçe tersinirlik prensibi var mıdır? Açıklayınız.



Şekil 4. Gelen ve kırılan ışınların gösterimi

Silindirik Merceğin Düz Yüzeyi		Silindirik Merceğin Eğri Yüzeyi	
Gelme Açısı-1	Kırılma Açısı-1	Gelme Açısı-2	Kırılma Açısı-2

Tablo 5

n ₁	n ₂	n _{Ort}

Tablo 6

E) DİSPERSİYON VE TAM İÇ YANSIMA

ÖN BİLGİ

Bu deneyde kırılmaya bağlı iki olay göreceksiniz; Dispersiyon (Dağılma) ve Tam iç Yansıma. Dispersiyon için kırılma yasası biraz daha karmaşıktır. Çoğu madde ışığın farklı renkleri için farklı kırılma indisi gösterir. Tam iç yansımada, belirli şartlarda iki geçirgen ortam arasında bir ara yüzeyle karşılaşan ışık ara yüzeyi geçemez.

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil-5’deki deney düzeneğini kurunuz. Silindirik merceğin eğri yüzeyine tek bir ışık ışını düşürünüz.

Dispersiyon: Işın Tablası üzerine koyduğunuz silindirik merceğin eğri yüzeyinden düz yüzeyine gelen ışının gelme açısı 0°’yi gösterebilir. Kırılan ışını ekranda görünüz. Yavaşça gelme açısını arttırınız. Bunu yaparken ekranda kırılan ışını gözleyiniz. Kırılmış ışındaki renklemeyi hangi kırılma açısında görmeye başladığınızı not ediniz.

1. Hangi kırılma açısı için renklenme en fazladır?
2. Kırılan ışında hangi renkler vardır? Minimum kırılma açısından maksimum kırılma açısına kadar bunları gözlemleyerek not ediniz.
3. Kırmızı ve mavi ışık için akriliğin kırılma indisini aşağıdaki formülden bulunuz

$$n_{\text{Akrilik}} \cdot \sin \theta_{\text{Akrilik}} = n_{\text{Hava}} \cdot \sin \theta_{\text{Hava}}$$

Sonuçlarınızı Tablo-7’ye yazınız.

	Kırmızı	Mavi
θ_{hava}		
θ_{akrilik}		
n		

Tablo 7

NOT: Deney (c)'de, verilen bir maddenin kırılma indisinin sabit olduğunu söyledik. Bu ifade tam olarak doğru değildir. Gördüğümüz gibi, ışığın farklı renkleri biraz farklı açılarda kırılır ve bu nedenle de kırılma indisleri biraz farklılaşır.

Tam İç Yansımaya: Yukarıdaki deneyde, ışığın bir kısmının kırıldığına bir kısmının da yansıdığına dikkat ediniz.

1. Merceğin hangi yüzeyinde öncelikle yansımaya olur?
2. Tüm gelme açıları için yansımış ışın buluyor musunuz? (Soluk ışınları tespit etmek için ekran kullanınız).
3. Işınların yansımaya açıları yansımaya kurallarına uyuyor mu?
4. Tüm gelme açıları için kırılan bir ışın var mıdır?
5. Yansıyan ve kırılan ışınların yeğinliği gelme açısı ile nasıl değişiyor?
6. Hangi kırılma açısı için ışığın tümü yansıtılır (kırılan ışın yoktur)?

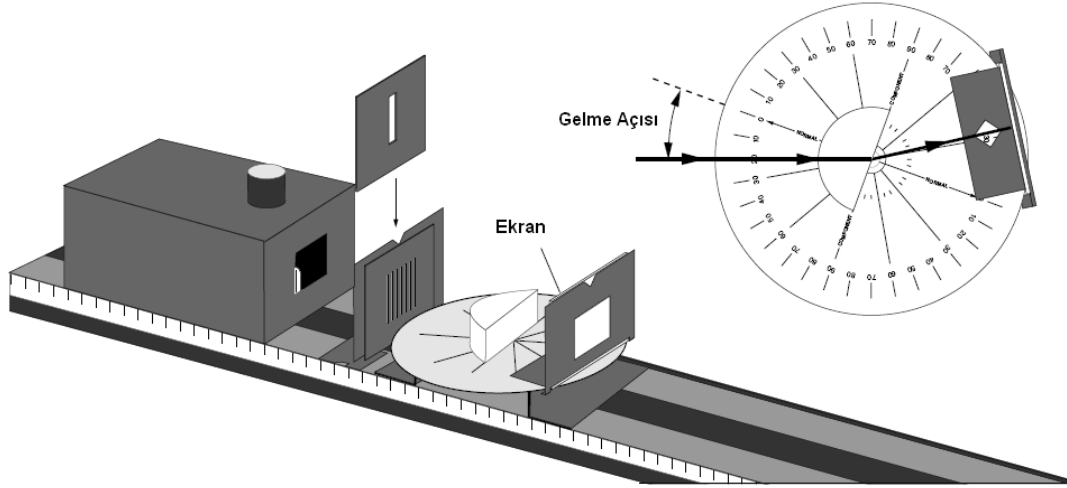
(f)- IŞIK ve RENK

ÖN BİLGİ

Işığın, renklerin karışımı olduğunu ve kırıcı maddelerin doğal beyaz ışığı çeşitli renklere ayırdığını ilk gösteren bilim adamı Sir Isaac Newton'dur. O, bu fikri cisimlerin renklerini açıklamada kullanmıştır.

DENEYİN YAPILIŞI

Işık Renkleri: Şekil-5'teki düzeneğini kurunuz. Işın tablasının merkezinden tek bir ışın geçmesi için gerekli ayarları yapınız. Işık ışınının gelme açısını büyütmek için ışın tablasını yavaşça döndürünüz. Ekrandaki kırılmış ışını inceleyiniz. Büyük kırılma açıları için renklenmeyi not ediniz.



Şekil 5. Işık renklerini incelemek için ilgili deney düzeneği.

1. Gözlemleriniz Newton teorisini destekliyor mu? Açıklayınız. Daha ileri bir araştırma için Şekil-6'daki deney düzeneğini kurunuz. Silindirik merceği, ışın tablası üzerinde üç merkezsel ışık ışını (kırmızı, yeşil, mavi) aynı noktada çakışacak şekilde ayarlayınız. Ekranı bu kesişme noktasına doğru yavaşça hareket ettiriniz.
2. Kırmızı, yeşil ve mavi ışık karıştığı zaman ışığın rengi ne olur? Bu, Newton teorisini nasıl destekler.

Cisimlerin Renkleri: Şekil 7'deki deney düzeneğini kurunuz. Yeşil filtreden geçen ve yansıyan ışık ışınlarını gözlemleyiniz.

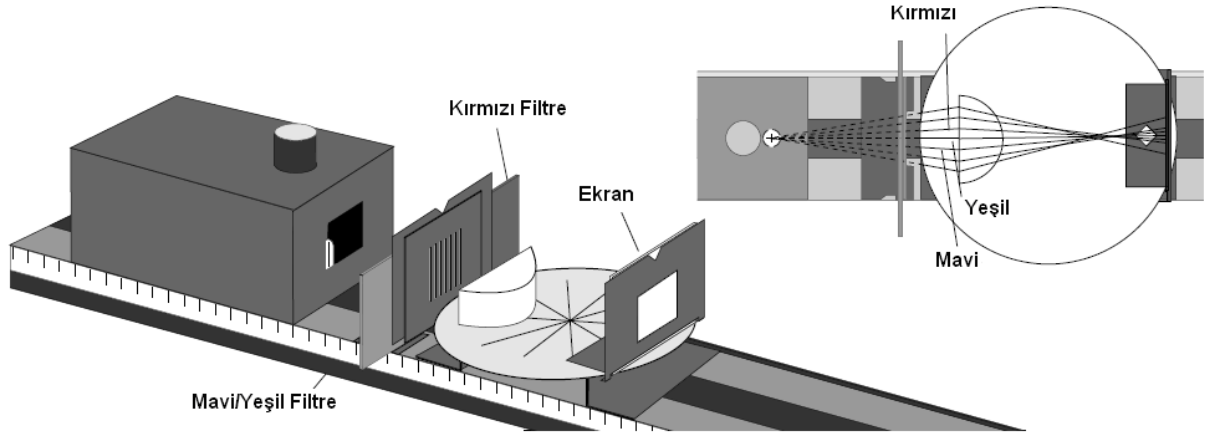
1. Geçen ışınlar ne renktedir? Yansımış ışınlar ne renktedir?

Yeşil filtrenin arkasına kırmızı filtreyi yerleştiriniz. (Işık önce yeşil sonra kırmızı filtreden geçecek). Yeşil filtreye bakınız.

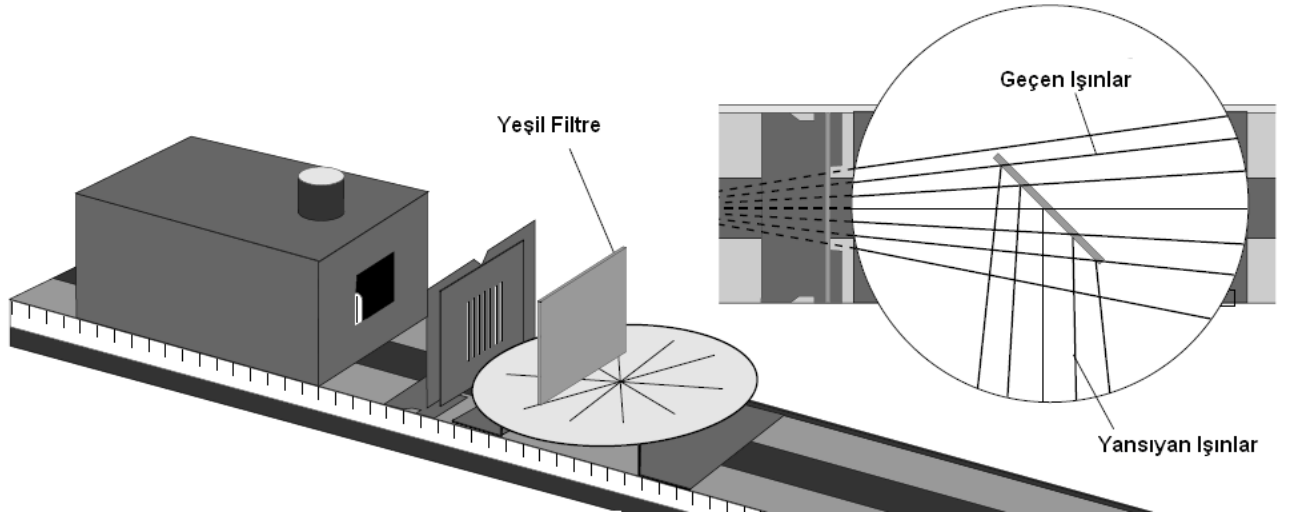
2. Yansıyan ışınlar şimdi ne renk olmuştur? Yeşil filtrenin ön yüzeyinden yansıyan hangi ışınlardır ve hangisi kırmızı filtrenin ön yüzeyinden yansımıştır?

Işık kaynağının önüne mavi filtreyi koyarak gelen ışınların mavi olmasını sağlayınız. Bu ışınları sadece yeşil filtreden geçiriniz.

4. Şimdi hangi renkler yansımıştır? Gözlemlerinize dayanarak yeşil filtrenin yeşil görünmesine neyin sebep olduğunu söyleyiniz.



Şekil 6. Işığın renklerinin karışımı ile ilgili deney düzeneği.



Şekil 7. Cisimlerin renklerini incelemek için ilgili deney düzeneği.

DENEY 2: GENEL KIRINIM ve YOUNG DENEYİ

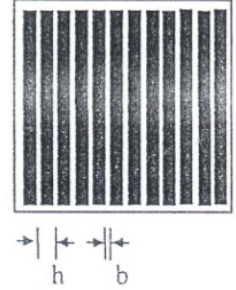
A. GENEL KIRINIM

AMAÇ: Kırınım olayının çeşitli yarıklarla incelenmesi.

ÖN BİLGİ

Basit bir düzlemsel kırınım ağı (optik şebeke ya da difraksiyon şebekesi) saydam bir levha üzerine aynı açıklık ve aynı aralıkta olmak üzere birbirine paralel, çok ince ve sık çizgilerden (fant) oluşur. 1 cm' deki çizgi sayısı 100, 1000, 10000 gibi büyük sayılardır. Şekil 1' de basit bir kırınım ağ düzlemi görülmektedir.

Şekil 1. Kırınım ağı, ağ düzleminin görünüşü



Kırınım ağı üzerine tek renk ışık yerine beyaz ışık düşürülürse, her dalgaboyu belirli bir açıda kırınıma uğrar. Bu durum

$$h \sin\theta = m \lambda$$

denklemleri ile verilir. Burada h yarıkların merkezinden merkezine olan uzaklığıdır. θ kırınımına uğramayan ışın ile kırınımına uğrayan ışın arasındaki açı, λ kırınımına uğrayan ışığın dalgaboyu, m kırınım mertebesi ve $h \sin\theta$ yol farkıdır. Böylece ekranda sıfırıncı mertebe (merkez) görüntüsünün iki yanında her mertebeye ait sürekli tayf elde edilir. Tayfin kırmızı kenarları dış taraftadır. Kırınım ağının verdiği kırınım saçaklarının şiddet dağılımı Şekil 2' deki gibi benzer. m 'nin tam katlarında girişim sonucunda maksimum (aydınlık) yarım katlarında ise minimum (karanlık) saçaklar yer alır.

Denel düzenekte kullanılan fant ağın çizgilerine paralel olursa asal maksimumlar paralel çizgiler biçiminde gözlenir. Kullanılan ışık tek renk değilse, her rengin asal maksimumları farklı yerlerde yer alır. Ancak merkezde tüm bileşenlerin asal maksimumları çakışacağından merkez kullanılan ışığın renginde olur. Ağa beviz ışık düşürülürse merkez de beyaz görünür.

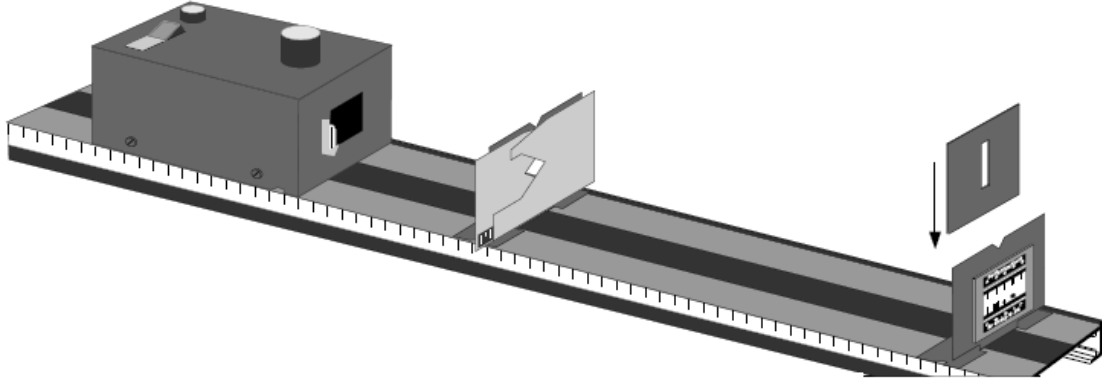
DENEYİN YAPILIŞI

Şekil 3' teki düzeneği kurunuz. Diyafram tamamen açıkken deneye başlayınız. Kırınım levhasının H, I ve J yarıklarından ışık kaynağına bakınız ve oluşan kırınım desenini inceleyiniz. H' nin oluşturduğu kırınım desenine bakarken diyaframı yavaşça küçültünüz. Bu işlemi I ve J' nin verdiği kırınım desenlerini görmek için tekrarlayınız



Şekil 2. Kırınım ağı saçaklarının şiddet dağılımı.

1. Açıklığın, kırınım deseninin görüntüsü üzerine ne gibi etkisi vardır?
2. Açıklığın, kırınım deseninin parlaklığı üzerine ne gibi etkisi vardır?
Diyafram açıklığını kırınım deseninin en parlak ve en keskin görüldüğü duruma ayarlayınız. Işık kaynağının önüne renkli bir filtre koyunuz.
3. Renkli filtrenin oluşturduğu kırınım deseni nasıldır?



Şekil 3. Deney düzeneği

(a) Çapraz Yarıklar

Çapraz yarıklı H ile oluşan kırınım desenini inceleyiniz. Kırınım desenine bakarken kırınım levhasını yavaşça döndürünüz. Önce yarıklardan biri sonra diğeri dikey olsun.

1. Her bir durumun oluşturduğu kırınım desenini açıklayınız.

(b) Rastgele Sıralı Dairesel Yarıklar

I yarığı ile oluşan kırınım desenini inceleyiniz. Desen tek bir yarığın oluşturduğu kırınıma benzer. Bunu araştırmak için, siyah bir kağıdın üzerine topluiğne ile bir delik açınız ve bu delikten ışık kaynağına bakınız. Dairesel yarıklarla oluşan desende, dairesele yarıkların tümünün oluşturduğu desen üstüste bindiği için birleşik kırınım deseni daha parlaktır.

Rastgele sıralanmış dairesele yarıklarda, sizin topluiğne ile açtığınız delikten daha küçük çaplı daireler vardır.

1. Daha küçük çaplı daireler kırınım desenine nasıl bir katkı verir?

(c) Dörtgen İçinde Düzgün Sıralı Dairesel Yarıklar

J yarığının oluşturduğu kırınım desenini inceleyiniz.

1. Rastgele sıralı deliklerle oluşan deseni bu desene kıyaslayınız. Benzerlik ve farklılıkları açıklayınız.

Dizideki her dairesele yarık farklı çaplı maksimumu ve minimumu olan dairesele bir kırınım deseni verir. Ancak dizgenin düzenliliği, tek tek dairelerin oluşturduğu desenler arasında bir girişim olmasına neden olur.

2. (a), (b) ve (c)'deki kırınım desenlerine ilişkin görüntü çizimleri yapınız.

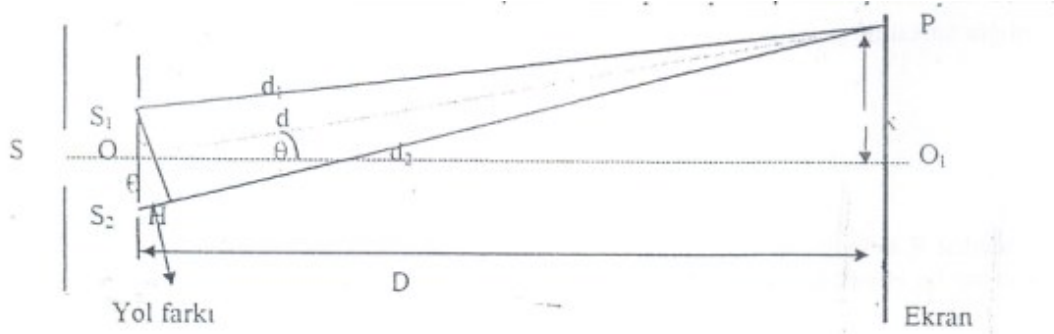
B. YOUNG DENEYİ

AMAÇ: Çift yarıktan girişim olayını incelemek ve buradan çeşitli renklerin dalgaboylarını hesaplamak

ÖN BİLGİ

İki ışık demetinin titreşimleri arasındaki faz farkı gözlem süresince sabit kalıyorsa iki ışık demeti, dolayısıyla bunları veren kaynaklar koherenttir (uyumlu) denir. Faz farkı gelişigüzel değişirse kaynaklar koherent değildir. Kohorent iki ışık demetinin uzayın bir bölgesine birlikte etkisinden oluşan olaya **girişim** denir. Bir noktada demetlerin birbirlerinin etkilerini yok etmesi ile toplam etki en küçük ise buna yıkıcı girişim; birbirlerini desteklemesi ile de yapıcı girişim onaya çıkar. Bu olayın oluşabilmesi için ışık demetlerinin tam koherent ya da kısmen koherent olmaları gerekir. Koherent ya da kısmen koherent ışık demetleri özel düzeneklerle elde edilmektedir.

Aralarındaki uzaklık $S_1S_2 = L$ olan ince yarık çiftine paralel olarak yerleştirilen bir ekran üstünde S_1S_2' nin orta dikmesinin ekranı kestiği O_1 noktasından x kadar uzaklıkta olan bir P noktasında, yarık çifti ile ekran arasındaki uzaklık D ve $D \gg L$ olmak üzere şekil 1' den iyi bir yaklaşıklıkla şunlar yazılabilir:



Şekil 1. Young düzeneği

$$\begin{aligned} S_1P &= d_1, & d_2 - d_1 &= S_2H = L \sin \Theta \\ S_2P &= d_2, & \tan \Theta &= x/D \approx \Theta \\ SS_1 &= SS_2, & \sin \Theta &\approx \Theta \\ S_1S_2 &= L \end{aligned} \quad (1)$$

Burada S birincil kaynak. S_1 ve S_2 ikincil kaynaklardır. Koherent iki ışık kaynağı elde etmek için. S kaynağından çıkan ışığın önüne S' den aynı uzaklıkta paralel iki dar fant konulmuştur. Bu durumda S' den çıkan ışık demetinin dalga yüzeyi S_1 ve S_2 de ikiye bölünmüştür. $SS_1 = SS_2$ olduğundan S_1 ve S_2 kaynakları her an uygun fazlı olur ve bu kaynaklardaki titreşimlerin S kaynağına göre faz farkları sıfır olur. S_1 ve S_2' den uygun fazlı olarak çıkan titreşimler, ekranın bir P noktasına sabit bir faz farkı ile gelirler. S_1 ve S_2 monokromatik kaynaklarından P noktasına gelen titreşimlerin bu noktadaki uzanım değerleri: A genlik. T periyot. λ kullanılan ışığın dalgaboyu olmak üzere sıra ile.

$$E_1 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_1}{\lambda} \right) \quad (2)$$

$$E_2 = A \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_2}{\lambda} \right) \quad (3)$$

dir. P' deki toplam titreşim hareketi, iki kaynağın bu noktaya gönderdikleri titreşimlerin cebirsel toplamı olarak.

$$E = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{d_2 + d_1}{2\lambda} \right) \quad (4)$$

şeklinde elde edilir. Bu ifadeden hesaplanacak genlik ya da şiddet. Young düzeneğinin karakteristikleri cinsinden hesaplanabilir.

4 bağıntısından genlik;

$$A_1 = 2A \cos \pi \frac{d_2 - d_1}{\lambda} \quad (5)$$

olup 1 bağıntısı göz önüne alınırsa P'deki toplam genlik.

$$A_1 = 2A \cos \frac{\pi L x}{D \lambda} \quad (6)$$

dır. Şiddet, genliğin karesi ile orantılı olduğundan P noktasındaki toplam şiddet.

$$I = 4A^2 \cos^2 \frac{\pi L x}{D \lambda} \quad (7)$$

olur. Bu son ifadeden P noktasının yerine göre şiddetin değişimi ortaya konabilir. Şiddetin maksimumları $m=0.1.2.3\dots$ tam sayılar olmak üzere.

$$\cos \frac{\pi L x}{D \lambda} = \pm 1 \quad , \quad \frac{\pi L x}{D \lambda} = m\pi \quad , \quad x = m \frac{D \lambda}{L} \quad (8)$$

değerlerine karşı gelir ve şiddetin maksimum değeri ve $I_{\max} = 4A^2$ dir. Şiddetin minimumları

$$\cos \frac{\pi L x}{D \lambda} = 0 \quad , \quad \frac{\pi L x}{D \lambda} = (2m+1) \frac{\pi}{2} \quad , \quad x = (2m+1) \frac{D \lambda}{2L} \quad (9)$$

değerlerine karşı gelir ve şiddetin minimum değeri $I_{\min} = 0$ dir. O halde perde üzerinde (8) denklemini sağlayan noktalarda maksimum şiddette çizgiler. (9) denklemini sağlayan noktalarda ise karanlık çizgiler oluşur. Bunların bir araya geldikleri sistem. Young düzeneğindeki girişim saçaklarını oluşturur.

$m = 0$ durumunda merkezi saçak elde edilir. (8) bağıntısında $m = 0$ alınırsa $x = 0$ elde edilir. O halde merkezi saçak aydınlıktır. (8) bağıntısında $m = 1$ alınırsa merkezin iki yanında birinci maksimumlar

elde edilir..... vb. Aydınlık saçak koşulunu veren (8) bağıntısında m' ye ardışık iki değer vererek elde edilecek x uzaklıklarının farkı alınır.

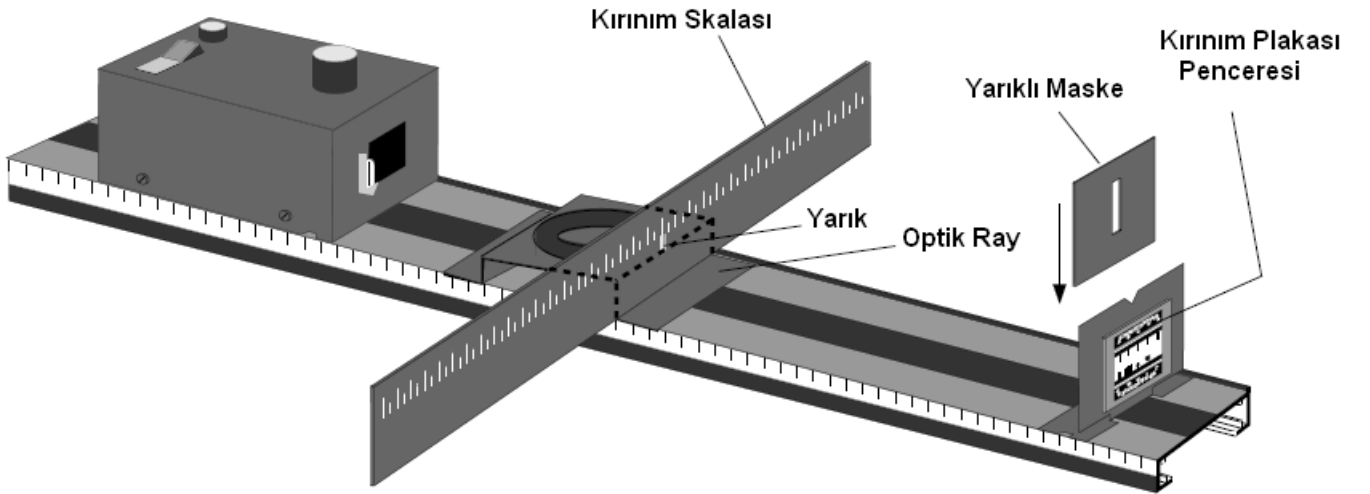
$$e = \frac{D\lambda}{L} \quad (10)$$

saçak aralığı elde edilir. Aynı işlem karanlık saçaklar için de yapılırsa, iki karanlık saçak arasındaki uzaklığın da aynı değerde olduğu görülebilir.

Girişim saçakları veren bir düzende tek renk ışık yerine beyaz ışık kullanılırsa beyaz ışığın bütün bileşenlerinin kendilerine ait bir saçak sistemi vermeleri beklenir. Beyaz ışık kullanıldığında girişim bölgesinde sonsuz sayıda girişim saçakları sistemi aynı zamanda oluşur. Örneğin Young düzeneğindeki durumu inceleyelim. $x = 0$ koordinatlı merkezi saçığın maksimum şiddete olması gerekir. O halde merkezi girişim saçığında beyaz ışıktaki bütün bileşenler aynı oran ve şiddette bulunacağından merkez beyaz olur. (10) bağıntısına göre saçak aralığı dalga boyu ile orantılı olduğundan merceğin iki yanındaki birinci mertebe maksimumlardan merkeze en yakın olanı morun, en uzak olanı kırmızının maksimumu olur. Arada diğer renklerin maksimumları bulunması gerekirse de maksimumlar çok yakın olduklarından birinci mertebe maksimumlarda ancak kenarların mor ve kırmızı renkleri belli olur. Birinci minimumlar tam siyah görünürler. İkinci mertebe maksimumlarda, mor ve kırmızı arasındaki renkler de görülebilir, ikinci mertebe minimumlar birinciye göre daha çok ayrılmış olduklarından bu mertebe tam siyah görülmez. Böylece mertebe büyüdükçe, renklerin daha belirli olmak ve minimumların siyahlığı gittikçe azalmak üzere bir kaç maksimum ve minimumdan sonra kirli beyaz, sürekli bir renk görülür. Bu bölgede bazı renklerin maksimumları, bazılarının minimumları ve bazılarının ara hallerinin üst üste gelmeleriyle bileşenlerinin oranı beyaz ışıktan farklı olan bir beyaz renk oluşmaktadır. Buna yüksek mertebeden beyaz denir.

İki yarık girişiminde, iki çok yakın aralıktan opak bir ekran üzerine ışık düşürülür. Huygens prensibine göre her yarık yeni bir ışık kaynağı gibi davranır: yarıklar aynı dalga cephesi ile aydınlatılırsa kaynaklar aynı fazda olurlar. İki dalga cephesinin üstüste bindiği yerde bir girişim deseni oluşur.

DENEYİN YAPILIŞI



Şekil 2. Young deneyi düzeneği

Şekil 2' deki deney düzeneğini kurunuz. Yarık maskesi, bileşen tutucu üzerine tam ortadan sıkılmalıdır. Kırınım skalasının durumunu, kırınım skalasındaki yarıktan ışık kaynağının flamanı görülecek şekilde ayarlayınız. Bileşen tutucunun diğer tarafına kırınım levhasını tutturunuz. Yarıklar dikey olacak şekilde, yarık plakasının D desenini ortalayınız. Hem yarıkları hem de kırınım plakasının

penceresini görecek şekilde düzeneği ayarlayınız. Bu durumda hem girişim desenini hem de kırınım skalası üzerindeki aydınlatılmış ölçeği görebilirsiniz. Deneyin geometrisi şekil 1' de görüldüğü gibidir. Sıfıncı maksimumda S1 ve S2 yarıklarından gelen ışık ışınları yarıklardan gözünüze aynı anda gelir. O halde bunlar aynı fazdadırlar ve retina üzerinde girişirler. 1. mertebe maksimumda (görüntünün solu) S2' den gelen ışık S1 yarığından gelen ışıktan bir dalga boyu daha fazla yol kateder. Bu nedenle ışınlar aynı fazdadırlar ve bu noktada yapıcı girişim oluşur

n.mertebe maksimumda S2 yarığından gelen ışık. S1 yarığından gelen ışıktan n dalga boyu kadar fazla yol kateder ve tekrar yapıcı girişim oluşur. P' de oluşan yapıcı girişim için Yol farkı = $n\lambda$ eşitliği vardır.

$$\text{Yol farkı} = L \sin\theta = n\lambda$$

Bu nedenle ışığın dalgaboyunu özel bir n değeri ile bulmak için sadece θ değerini ölçmek yeterli olacaktır.

Tablo 1. Kırınım plakasındaki harflerin belirttiği yarıkların özellikleri:

Yarık adı	Yarık Sayısı	Yarık Genişliği (mm.)	Yarıklar Arası Uzaklık (mm.) (Merkezden Merkeze)
A	1	0.04	—
B	1	0.08	—
C	1	0.16	—
D	2	0.04	0.125
E	2	0.04	0.250
F	2	0.08	0.250
G	10	0.06	0.250
H	2 (Çapraz)	0.04	—
I	225 Dairesel Açıklık	0.06 mm. çap	—
J	15x15 Dairesel Açıklıklar Dizgesi	0.06 mm. çap	—

D desenli yarık çifti boyunca ışık kaynağı flamanına bakarken tablo 2 için gerekli ölçümleri alınız. Kırmızı, yeşil ve mavi renk filtrelerini kullanarak bu ölçümleri aldıktan sonra kırınım plakasındaki E ve F yarıkları ile de ölçümleri tekrar ediniz ve tablo 2' ye yazınız. Sonrada kırmızı, yeşil ve mavi ışığın dalgaboylarını hesaplayınız.

Tablo 2.

Veriler					Hesaplamalar
Renk	n	Yarık Aralığı	X	D	
Kırmızı					
Yeşil					
Mavi					

$\lambda_{\text{kırmızı}} = \dots\dots\dots$

$\lambda_{\text{yeşil}} = \dots\dots\dots$

$\lambda_{\text{mavi}} = \dots\dots\dots$

DENEY 3: LASER, GİRİŞİM OLAYI VE IŞIĞIN DALGABOYUNUN BELİRLENMESİ

AMAÇ: Kırınımına uğrayan laser ışığının dalgaboyunu belirlemek ve yansıyan ışınların oluşturduğu girişim olayını incelemek

ÖN BİLGİ

Laser; paralel, tek renk, koherent ve şiddetli bir ışık demeti yayan önemli bir ışık kaynağı olup ilk defa 1960 yılında T. H. Maiman tarafından geliştirilen bir düzendir. "Laser" sözcüğü İngilizce "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" deyiminin kısaltılmışıdır. Laser yapmakta kullanılan maddenin (atom veya molekülün) esas özelliği yarı kararlı enerji düzeyi veya düzeylerine sahip olmasıdır. Laser, tetikleme ile yayılma (emisyon) olayına dayanır. Eğer bir atomdaki elektronlardan birisi uyarılarak daha yüksek bir enerji seviyesine çıkar ve bu elektronla uygun frekansa sahip bir foton etkileşirse; o zaman bu elektron yarı kararlı seviyeden alt enerji seviyesine geçer ve bu enerji aralığına karşı gelen frekansa sahip bir foton yayar. Ayrıca orijinal foton yolunu değiştirmeksizin devam eder. Bu yöntem bir zincirleme reaksiyon gibidir. Bunun sonucunda bir foton dizisi oluşur. Bu dizi, yeterince yoğunlaştığı zaman, laser boşluğunun kısmi yansımaya sahip aynalarından dışarı doğru yayılır. Bu elde edilen ışık hemen hemen koherenttir. Yani, bütün fotonlar aynı faza sahiptirler. Aynı zamanda, fotonların frekansları da aynıdır ve bu yüzden de laser ışığı tek renklidir (monokromatik).

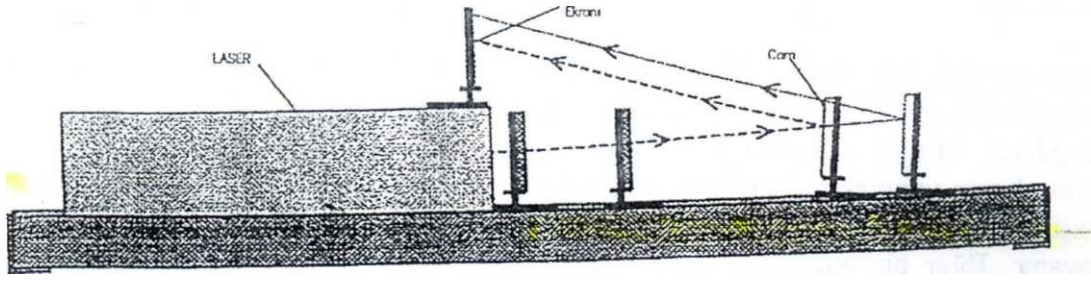
Ayrıca bir laser ışın demetindeki dalgaların hepsi birbirine paraleldir. Normal ışığa göre, yayılırken enerji akısındaki (E/ cm²) kaybı çok azdır. Deneyde kullanılan 0.5 mW. 'lık He-Ne laser'in enerji akısı yaklaşık olarak Güneş'inin 1/4 ü kadardır.

İki ışık dalgası aynı fazda ve birbirine uyduğu zaman, birbirlerini kuvvetlendirir; yani genlikleri artar. Bu da ışığın daha parlak olması demektir. Eğer bu iki ışık dalgası 180° faz farkı ile uyuyorsa, birbirlerini yok ederler. Oluşan toplam kuvvetlendirmeler (yapıcı girişim) ve toplam yok etmeler (yıkıcı girişim) arasında farklı derecelerde meydana gelen kuvvetlendirici ve yok edici girişimler de oluşur. Bu deneyde gözlenecek olay, birden fazla yansıyan ışığın oluşturduğu girişim olayıdır.

DENEYİN YAPILIŞI

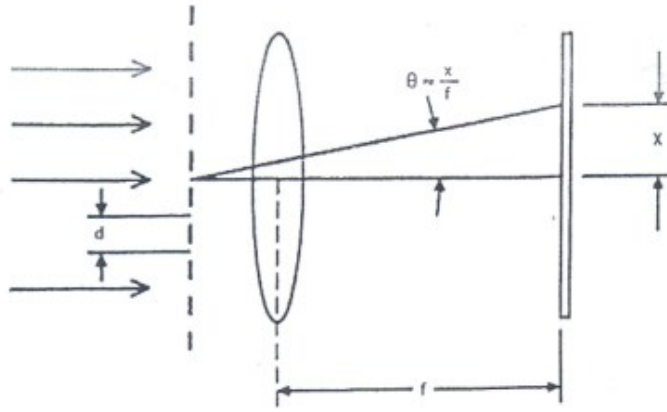
A.GİRİŞİM (ÇOKLU YANSIMALAR İLE)

1. Optik uzaklıkları 18 ve 48 mm' lik mercekleri bir ışın yayıcı yapacak şekilde yerleştirin.
2. Ekranı ve camı taşıyıcılara, bunları da optik raya Şekil 1 'deki gibi yerleştirin.
3. Camın taşıyıcısına küçük bir açı verecek şekilde, altına küçük bir cisim koyun. Laser üzerinde bulunan ekranda görüntü oluşana kadar açığı ayarlayın.
4. Girişim örneklerini gözlemleyin. Oluşan örneklerdeki düzensizliğin nedeni olarak, camın düz yüzeyindeki çok küçük bozukluklar gösterilebilir. Camı hareket ettirin ve girişim saçaklarındaki değişikliği gözlemleyin.
5. Yayılan ışın, yolundan çok az sapana kadar ışın yayıcıyı oluşturan merceklerden ikincisini yavaşça hareket ettirin. Oluşan girişim saçaklarını gözlemleyin.
6. Cama verdiğiniz eğimi yavaşça azaltın ve girişim olayını tekrar gözlemleyin. Eğer girişim örneğinde bir değişiklik varsa, bunu açıklayınız.
7. Cam yerine akriliği kullanın ve aynı yöntemleri uygulayın.
8. Her iki ortamda oluşan girişim örneklerindeki farkları belirtiniz.



Şekil 1.

B. IŞIĞIN DALGABOYUNUN BELİRLLENMESİ



Şekil 2.

Düzlem kırınım filtresi, binlerce yarığın çok sık bir şekilde bir araya getirilmesi ile oluşur. Bir geçiş (transmisyon) filtresinde ise, ışık yarıklardan geçer ve girişime neden olacak şekilde kırınımına uğrar. Yarık sayısının çok fazla ve çok yakın oluşu nedeniyle oldukça net girişim saçakları oluşmaktadır. Bu saçak aralarının uzaklığı bize kırınımına uğrayan ışığın dalgaboyunu verecektir. Şekil 2'ye göre; eğer "f" filtre arkasına yerleştirilen merceğin odak uzaklığı ise ve açılarda çok küçük kabul edilirse, ekrandaki "m" maksimumun mercek ekseninden olan uzaklığı "X" aşağıdaki formülle ifade edilebilir:

$$X = \frac{(\lambda f m)}{d} \quad (1)$$

λ = Işığın dalgaboyu

d = Yarıklar arası uzaklık (iki komşu yarığın orta noktaları arasındaki mesafe)

Kırınım Filtresi Yöntemi

1. Kırınım filtresini ve 48 mm'lik merceği aynı taşıyıcının iki ayrı yüzeyine tutturun.
2. Filtreyi laser tarafına, ekranı ise merceğin odak düzlemine yerleştirin.
3. Filtre ve mercekten geçen ışın ile merkez maksimumu ve her iki tarafta oluşan birinci mertebeden maksimumları gözlemleyiniz.
4. Saçak uzaklıklarını ölçünüz ve dalgaboyunu hesaplayınız.

DENEY 4. YAKINSAK VE IRAKSAK MERCEKLER

AMAÇ: yakınsak ve ıraksak merceklerin incelenmesi; odak uzaklıklarının belirlenmesi

ÖNBİLGİ:

Mercekler, iki kırıcı yüzeyi bulunan ve bunlardan en az biri küresel olan basit sistemlerdir. Biçimleri yönünden çift-tümsek, çift-çukur, düzlem-tümsek, düzlem-çukur ve çukur-tümsek olabilirler. Merceği oluşturan kırıcı yüzeylerin merkezleri arasındaki uzaklık (mercek kalınlığı) küresel yüzeylerin yarıçapları yanında önemsenmeyecek oranda küçük ise merceğe ince kenarlı mercek denir. Mercek yüzeyinin eğrilik merkezlerinden geçen doğruya merceğin asal eksen denir. Mercekler Gauss yaklaşıklığında kullanılırsa, yaklaşık olarak stigmatik kabul edilebilirler.

F cismin odak uzaklığı, f' görüntünün odak olan uzaklığı olmak üzere, mercek dışındaki iki ortamın aynı olması durumunda

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f'} = D \quad (1)$$

olup D 'ye yakınsaklık adı verilir. $f > 0$ ve dolayısıyla $D > 0$ ise yakınsak mercektir; f cisim odak noktası ile f' görüntünün odak noktası gerçektir.

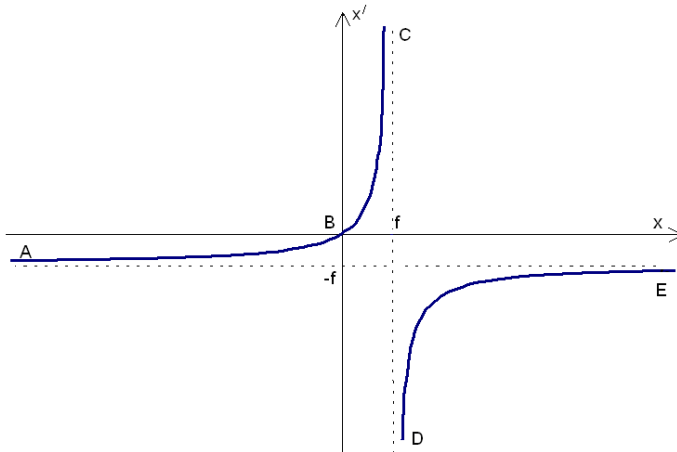
İnce merceklerde giriş ve çıkış yüzlerinin tepe noktaları yerine ikisinin çakışmasından oluşan bir S noktası alınır. Cismin merceğe uzaklığı x , görüntünün merceğe uzaklığı x' ise ince bir mercekte odak uzaklığı ile bunların arasında;

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} - \frac{1}{x'} \quad (2)$$

bağıntısı vardır. Buna mercek formülü denir. $x' = f(x)$ fonksiyonunun grafiği Şekil 1'de gösterilmiş olup x' ile x arasındaki ilişki

$$x' = \frac{fx}{f - x} \quad (3)$$

şeklinde verilir. Şekil 1'de grafiğin DE kolu, gerçek cisimden gerçek görüntüye, AB kolu, görünen cisimden gerçek görüntüye, BC kolu ise gerçek cisimden görünen görüntüye karşılıktır.



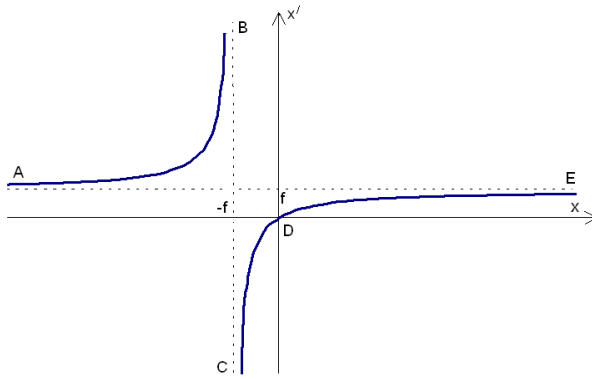
ŞEKİL 1. Yakınsak mercekte $x' = f(x)$ grafiği

İraksak mercekte, üzerine düşen paralel ışın demetinden ıraksak bir demet üretirler. Cisim odak uzaklığı f ile görüntünün odak uzaklığı f' arasında, mercek dışındaki iki ortam aydı ise,

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{f'} = D \quad (4)$$

geçerli olup D yakınsaklığı negatiftir; $f < 0$ 'dır. F cisim odak noktası ile f' görüntü odak noktası görünen noktalar. Mercek formülü $f < 0$ olmak üzere yine (2) formüldür.

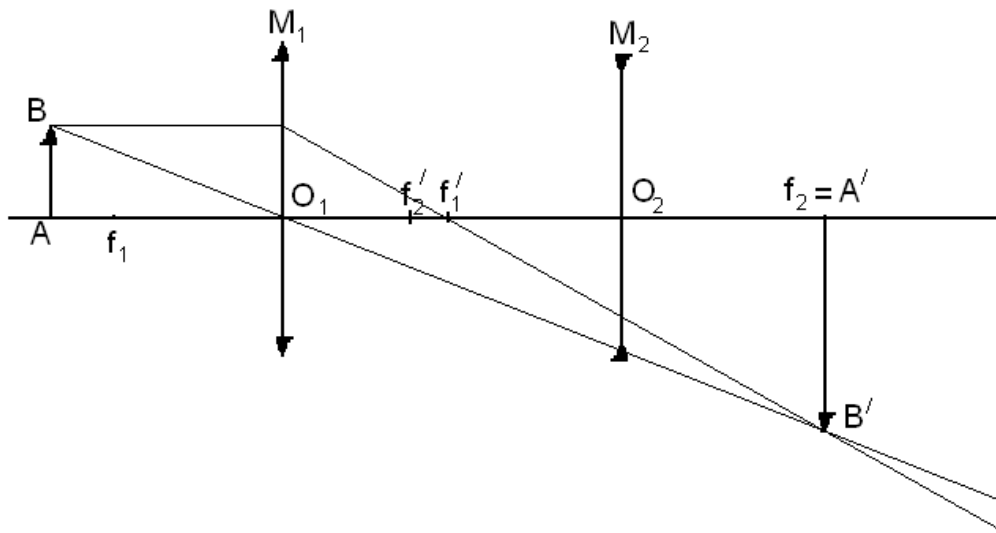
İraksak mercekler gerçek cisimden hep görünen görüntü verirler. $x' = f(x)$ fonksiyonunun grafiği Şekil 2'deki gibidir.



ŞEKİL 2. İraksak mercekte $x' = f(x)$ grafiği

Grafiğin CD kolu, görünen cisimden gerçek görüntüye ilişkin olup bu bölgede ölçüm alınabilir. DE kolu, gerçek cisimden görünen görüntüye ve AB kolu da görünen cisimden görünen görüntüye ilişkindir; her iki bölgede sadece gözlem yapılır.

Öte yandan Şekil 3 hem ıraksak merceğin odak uzaklığının belirlemede bir yöntemi gösteriyor hemde ince kenarlı merceğin verdiği görüntüyü görünen cisim alan bir ıraksan mercekten gerçek görüntü oluşumunu ortaya koymaktadır.



ŞEKİL 3. Bir ıraksak merceğin görünen cisimden gerçek görüntüsünü vermesi: AB, gerçek cisim, M_1 yardımcı mercek, f_1 ve f_1' yakınsan mercek odak noktaları, M_2 , incelenen ıraksak mercek, f_2 ve f_2' ıraksak mercek odak noktaları, $A'B'$, AB 'nin M_1 merceğine göre görüntüsü ve M_2 için görünen cisim. f_2 ile A' çakıştığında son görüntü sonsuzda ve gerçektir.

DENEYİN YAPILIŞI

A. YAKINSAK MERCEKLER

a) Odak Uzaklığının Belirlenmesi

1. Uzaklık yöntemi:

Işı kaynağı, fant ve ince kenarlı merceği optik bank üzerine dizerek geçen ışığı mercek üzerine düşürünüz. Mercekten geçen ışığın ekran üstüne alınız. Ekranı, fantan geçen net görüntünün oluştuğu yere getiriniz. Bu konumda fantın (cismin)merceğe olan uzaklığını (x) ve görüntünün merceğe uzaklığını (x') ölçünüz. Elde edilen değerleri denklem (2) de yerine koyarak f odak uzaklığını hesaplayınız. Gerçek cisim-gerçek görüntü bölgesinde olmak üzere, cismin birkaç konumu için ölçüm yaparak f değeri için ortalama bir değer hesaplayınız.

2. Eşit uzaklık yöntemi:

Mercek ve ekranı uygun yönde hareket ettirerek cismin ve görüntünün merceğe uzaklıklarını eşitlemeye çalışınız. Bu durumda cisimle görüntü aynı boydadır. Eşit olan cismin ve görüntünün merceğe olan uzaklıkları (x ve x') denklem (2)'ye göre $2f$ yi verdiğiinden odak uzaklığını bu yöntemle de elde ediniz.

b) $x' = f(x)$ eğrisinin çizilmesi

1. DE kolu:

Şekil 1'deki grafiğin DE kolunun çizilmesi için, odak uzaklığını belirlediniz mercek için gerçek cisimden gerçek görüntü verildiği bölgede cismin 5 farklı konumu için görüntünün yerini belirleyiniz. Ölçülen x ve x' değerlerini yandaki tabloya geçiriniz.

x (cm)	$- x'$ (cm)

2. AB kolu:

Grafiğin AB kolunun çizilmesi için, önce yardımcı bir mercek ile gerçek bir görüntü elde ediniz. Bu görüntü incelenecek mercek için görünen cisim olarak kullanılacaktır. Daha sonra incelenecek mercek görünen cisim verən ışınların yolu üstünde 5 farklı konumda tutularak her bir durum için gerçek görüntünün yerini saptayınız. Ölçülen x ve x' değerlerini yandaki tabloya geçiriniz.

$- x$ (cm)	$- x'$ (cm)

3. BC kolu:

Grafiğin BC koluna karşılık olan, gerçek cisim- görünen görüntü durumunda ölçü alınamaz, yalnızca gözlem yapılır. Yakınsak mercek bu bölgede büyüteç işlevi görür, cisim düz ve büyük görülür.

B. İRAKSAK MERCEKLER

a) Odak Uzaklığının Belirlenmesi

1. Işık kaynağı, fant (AB cismi), Yardımcı bir yakınsak mercek (M_1) ve incelenecek ıraksak merceği (M_2) optik bank üzerine Şekil 3'deki gibi diziniz. M_1 merceği ile elde edilen gerçek görüntüyü ekran üstüne alınız. Sonra A'B' önüne ıraksak merceği yerleştiriniz ve fantın net görüntüsünü sonsuzda elde edilecek biçimde (pratikte 2-3 m. uzaklıktaki ekran üzerinde) ıraksak merceği hareket ettiriniz. Bu durumda yardımcı merceğin verdiği gerçek görüntü ıraksak mercek için görünen cisim işlevindedir ve ıraksak merceğin odağında bulunmaktadır. Bunun merceğe olan A'-O₂ uzaklığını ölçünüz; bu değer ıraksak merceğin odak uzaklığıdır.

2. Sonsuza ayarlı dürbün ile:

Yukarıdaki yöntemde ıraksak merceğe, arkasından, sonsuza ayarlı dürbün ile bakılarak fantın net görüntüsü görülünceye kadar ıraksak mercek gereken yönde hareket ettirilir. Dürbün ancak paralel demetten net görüntü verdiği için A'B' görünen cisim ıraksak merceğin odağındadır. Ölçülen A'-O₂ uzaklığı odak uzaklığına eşittir.

b) $x' = f(x)$ Eğrisinin Çizilmesi

1) CD kolu:

Şekil 2' deki grafiğin CD kolu için, Şekil 3 yardımcı ile, ıraksak merceğin görünen cisimden gerçek görüntü verdiği bölgelerde 5-6 ölçü alınız. Ölçülen x ve x' değerlerini yandaki tabloya geçirin.

- x (cm)	- x' (cm)

2) DE kolu:

Grafiğin DE kolu için, gerçek cisimden görünen görüntü elde ederek gözlem yapınız

3) AB kolu:

Grafiğin AB kolu için, görünen cisimden görünen görüntü elde ederek grafiğin AB kolu için gözlem yapınız. Bunun için Şekil 3' deki düzenlemede A'B' görünen cismini sonsuzla F_2 arasında değiştirirken M_2 arkasından görüntüye bakınız. Görüntülerin özelliklerini uygun çizimle belirtiniz.

DENEY 5: ÇUKUR VE TÜMSEK AYNALAR

AMAÇ: Çukur ve tümsek aynaların verdikleri görüntülerin incelenmesi; yarıçap ve odak uzaklığının belirlenmesi.

ÖN BİLGİ

Optikçe farklı iki ortamı ayıran yüzeye gelen ışığın aynı ortamda yol değiştirmesine **yansıma**, ışığı iyi yansıtan yüzeylere de **ayna** denir. En çok kullanılan aynalar düzlem ve küresel olanlardır.

Küresel aynalar, yansıtıcı yüzeyi küre parçası olan aynalardır. Bunlardan iç yüzeyi yansıtıcı olanlara çukur, iç büküye ya da konkav; dış yüzü yansıtıcı olanlara tümsek, dış büküye ya da konveks ayna adı verilir.

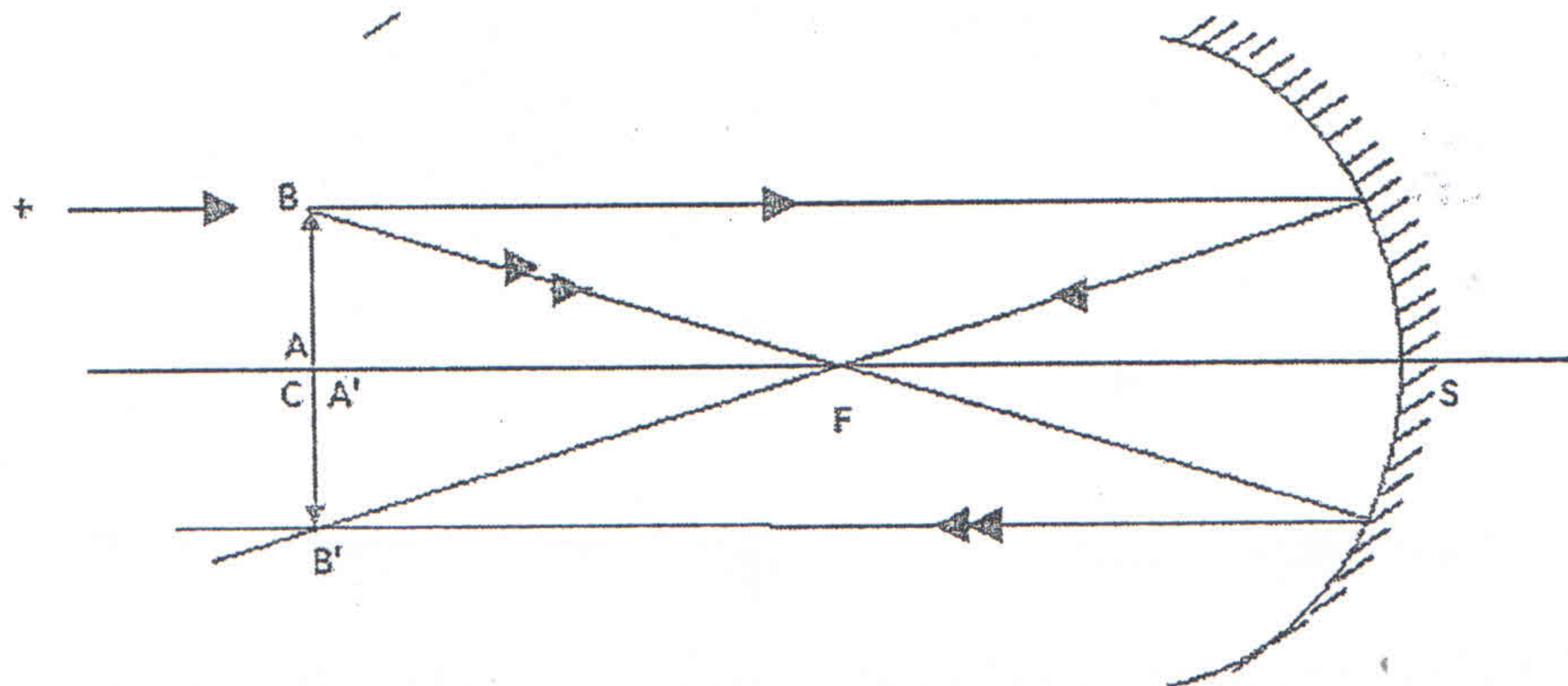
Aynanın simetri eksenine **asal eksen**, bunun ayna yüzünü kestiği noktaya **tepe noktası**, aynanın kesildiği kürenin merkezine **aynanın merkezi** ve aynanın kesildiği kürenin yarıçapına da **aynanın yarıçapı** denir.

Bir A noktasından çıkıp bir optik sistemin türlü noktalarına gelen ışınların yansıma ya da kırılma sonucu sistemden sonra aynı bir A' noktasından geçerek yollarını sürdürmelerine **stigmatizm**, bu durumun sağlanabildiği sisteme de A ve A' noktaları için **stigmatiktir** denir. Çukur ayna merkez noktası için tam stigmatiktir. Merkezdeki cismin görüntüsü de merkezde olur.

Yaklaşık stigmatizm koşulu sağlandığında, çukur ayna için kullanılacak ayna bağıntısı

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{2}{R} \quad (1.5)$$

biçimindedir. Burada x , cismin aynaya uzaklığı, x' , görüntünün aynaya uzaklığı, R 'de aynanın yarıçapı olup çukur aynalar için $R > 0$ alınır. (1.5) bağıntısına göre $x = R$ için $x' = R$ elde edilir. Tam stigmatizm saplandığı bu durum Şekil 1'de çizimle belirtilmiştir.



Şekil 1. Çukur aynada merkezdeki cismin görüntüsü merkezde olur.

Cisim sonsuzda ise $x' = R/2$ 'de olur; görüntü CS'nin ortasındadır. Bu F' noktasına görüntü odak noktası ve $F'S = f' = R/2$ uzaklığına görüntü odak uzaklığı adı verilir. $f' > 0$ olup F' noktası gerçektir. Çukur ayna, üzerine gelen paralel demeti yakınsak demete dönüştürür. Asal eksene paralel gelen ışın demetinin yansıldıktan sonra asal eksen üzerinde kesiştikleri nokta odak noktasıdır.

Cisim $FS = f = R/2$ olan bir F noktasında ise $x' = \infty$ olur. Görüntüsü sonsuzda olan F noktasına cisim odak noktası denir Çukur aynalarda F ve F' aynıdır. Onun için odak noktası F ile odak uzaklığı da

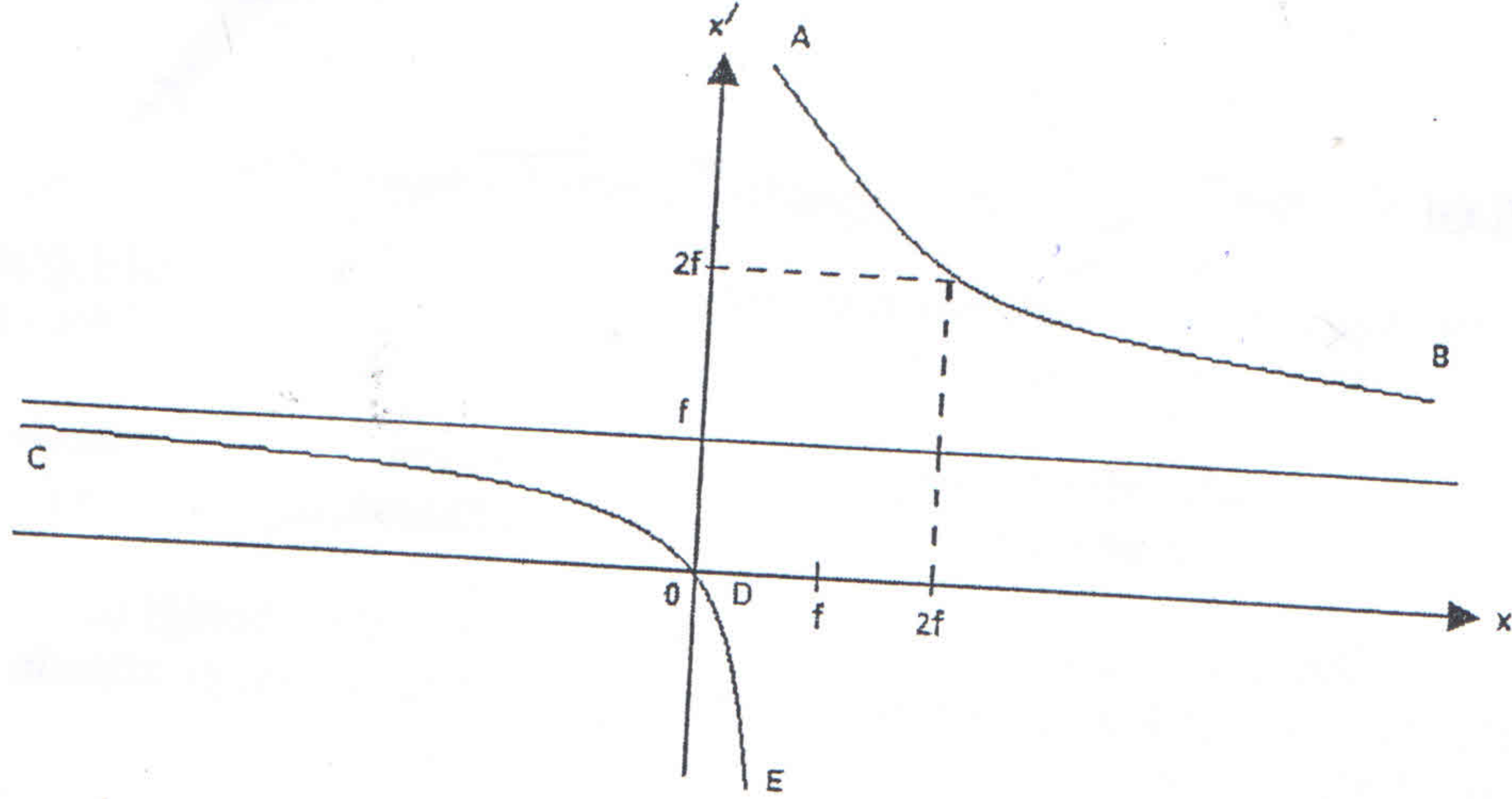
$f = FS$ ile gösterilir.

$R = 2f$ alınarak (1.5) bağıntısından görüntünün aynaya uzaklığı x ve f cinsinden,

$$x' = \frac{fx}{x-f}$$

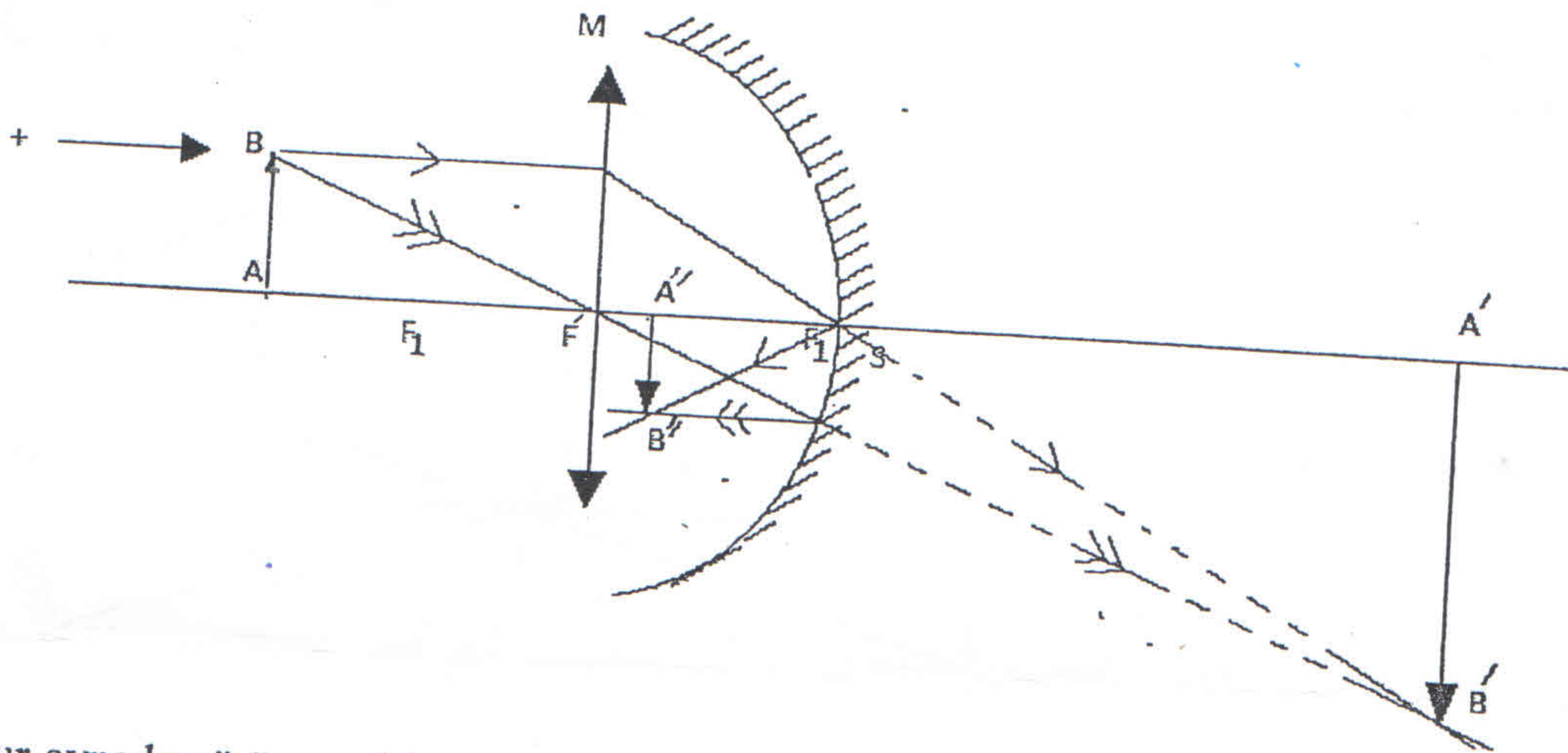
(1.6)

olarak yazılabilir. $x' = f(x)$ eğrisinin çiziminde bu bağıntı kullanılacaktır. Bu eğri Şekil 2'de gösterildiği gibidir.



Şekil 2. Çukur aynada $x' = f(x)$ fonksiyonunun eğrisi.

Grafiğin AB bölümü gerçek cisimden gerçek görüntüye, CD bölümü görünen cisimden gerçek görüntüye, DE bölümü de gerçek cisimden görünen görüntüye ilişkin olup AB ve CD bölümlerinde ölçü alınabilir; görünen görüntü elde edilmesi nedeniyle DE bölümünde yalnız gözlem yapılabilir, ölçü alınamaz. Görünen cisimden gerçek görüntü elde edilmesi Şekil 3'de belirtilmiştir: Ayna ışınların yolunu kestiğinden, M merceğinin AB cisiminden verdiği $A'B'$ görüntüsü S aynasına göre görünen cisim işlevi görür. Ayna da $A'B'$ 'nin gerçek $A''B''$ görüntüsünü oluşturur.



Şekil 3. Çukur aynada görünen cisimden gerçek görüntü elde edilmesi: M, ince kenarlı mercek, S, çukur ayna, AB, cisim, $A'B'$, görünen cisim, $A''B''$, gerçek görüntü.

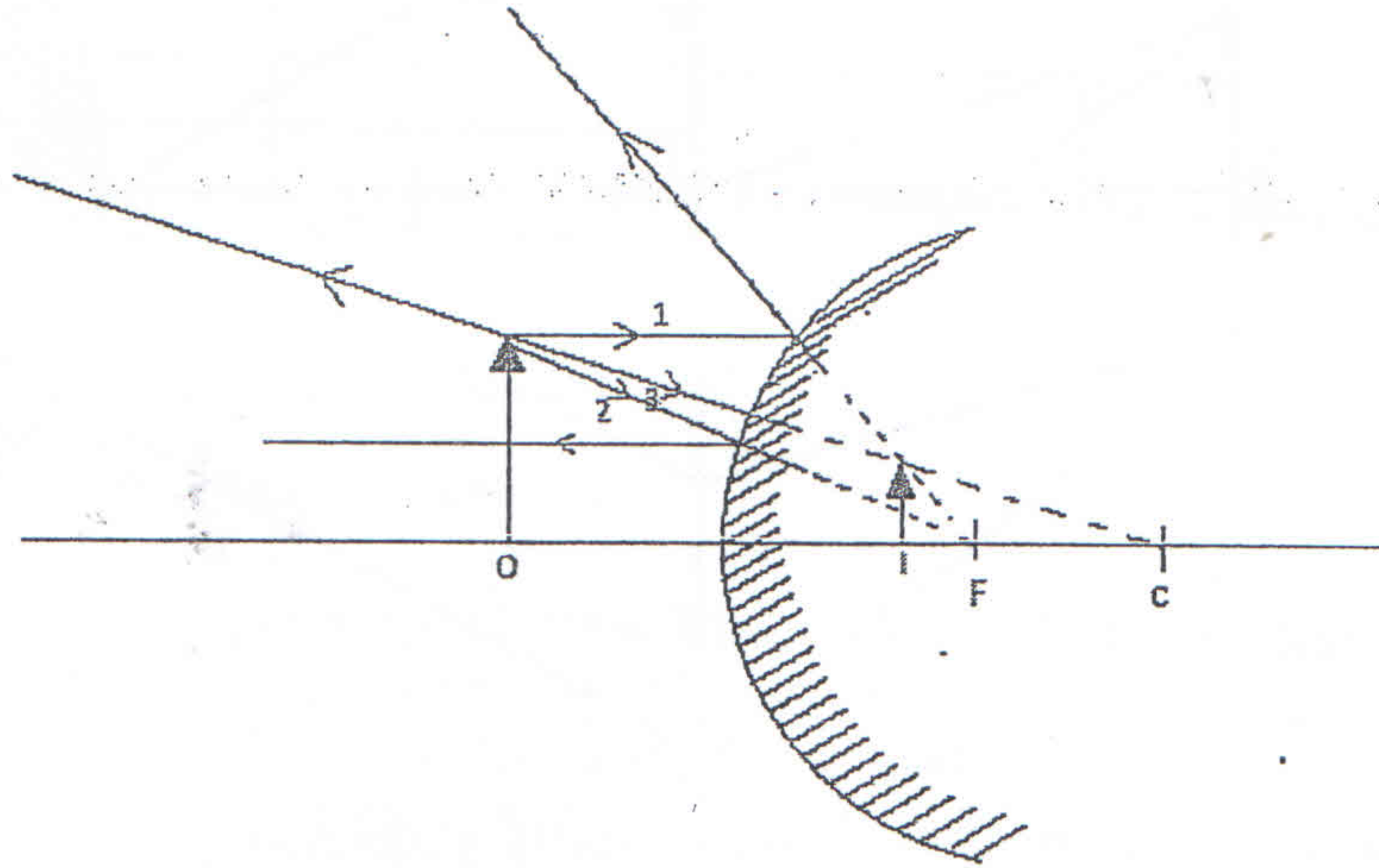
Bir optik sistemin verdiği görüntünün $A'B'$ boyunun cismin AB boyuna oranına **boyca büyütme** ya da **çizgisel büyütme** denir. Çukur aynada çizgisel büyütme,

$$\frac{A'B'}{AB} = -\frac{x'}{x} = \frac{f}{f-x}$$

(1.7)

dir. Görüntü cisme göre ters ise (gerçek görüntü) bu oran (-), görüntü cisimle aynı yönlü ise (görünen görüntü) bu oran (+) dir.

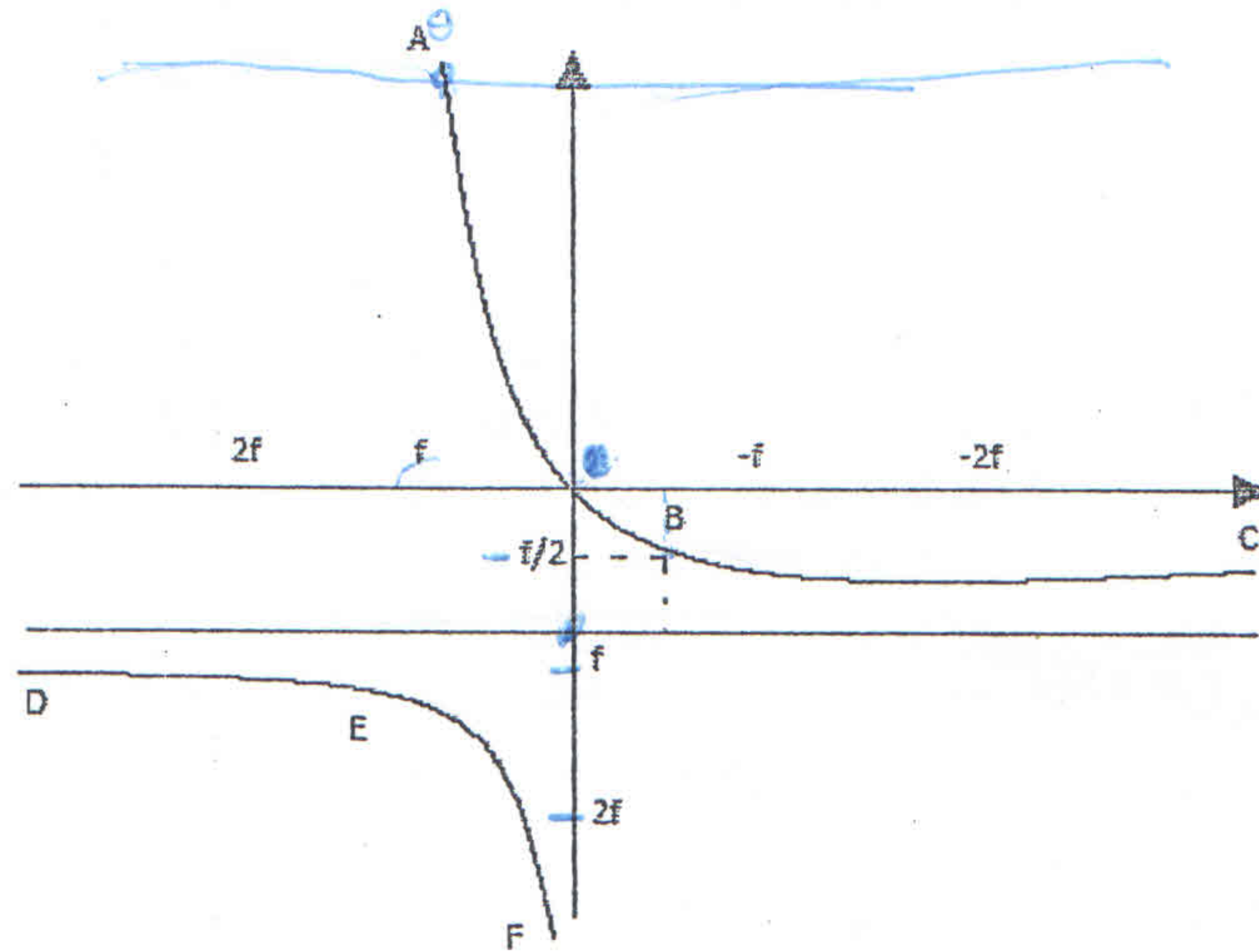
Tümsek aynaları F odak noktası gerçek olmayıp görünen türdendir. Ayna asal eksenine paralel gelen ışınlar, aynadan yansıdıktan sonra ıraksak bir demet oluşturdıklarından, ışınların kendileri değil, uzantıları asal eksen üzerinde kesişmektedir. Işınlara F odak noktası tümsek aynanın iki yanında yer aldıklarından $FS = f$ odak uzaklığı negatif alınır. Aynı biçimde $CS = R$ yarıçapı da negatiftir. (Şekil 4).



Şekil 4. Tümsek aynada görüntü çizimi. O gerçek cisminin I görüntüsü görünendir. Ayna yarıçapı $C=R$ ve odak uzaklığı F negatiftir.

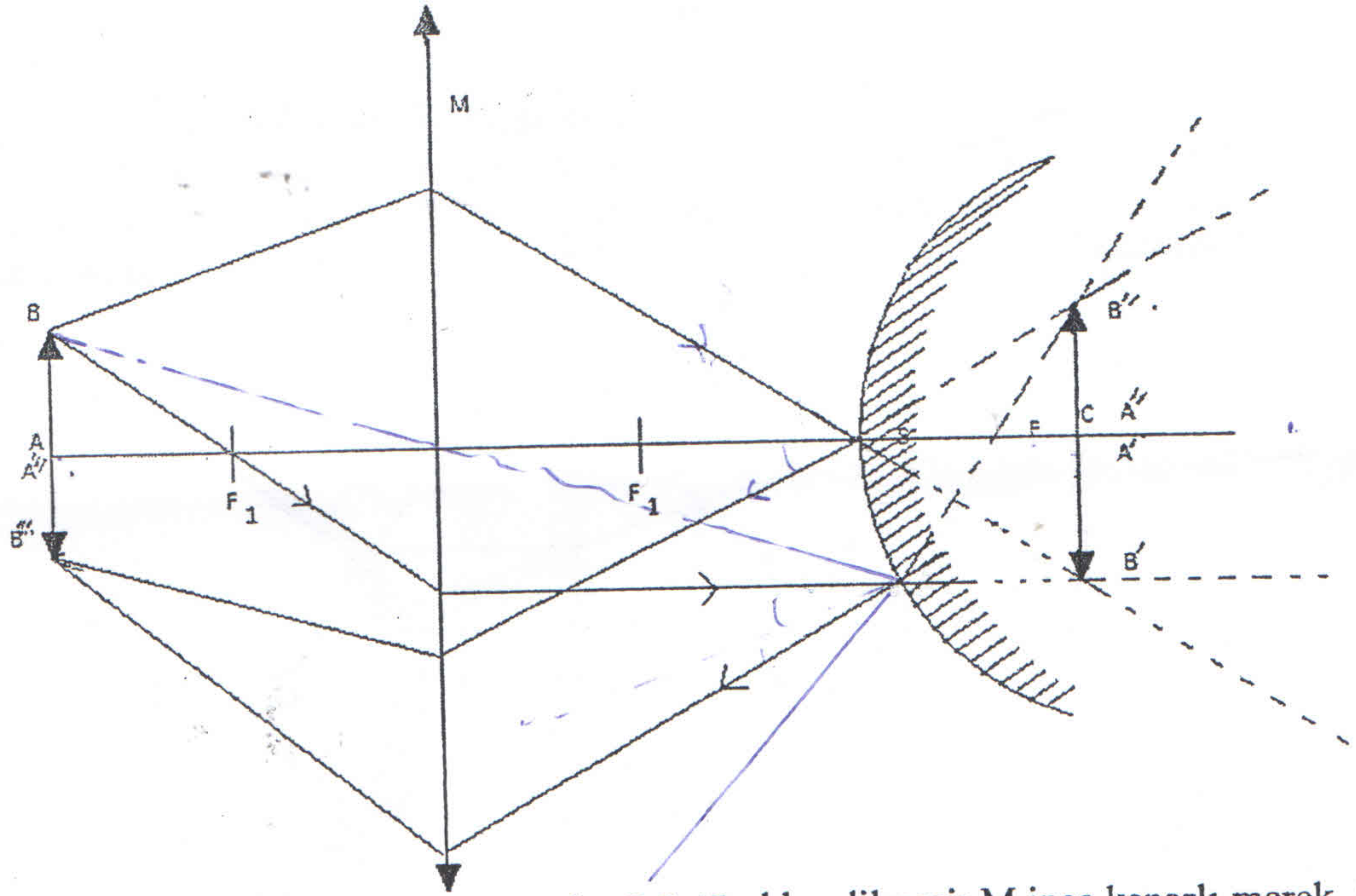
Yaklaşık stigmatizm koşulu sağlandığında, tümsek ayna bağıntısı, biçim yönünden (1.5) bağıntısı ile aynıdır. R ve $f < 0$ olduğuna dikkat edilmelidir.

Tümsek ayna, Şekil 4'te görüldüğü gibi gerçek cisimden hep görünen görüntü verir. Şekilde üç temel ışın alınmış olup bunların herhangi ikisi görüntü çizimi için yeterlidir. Görüntüsü ile cisim aynı yönlü olurlar. Görüntü-ayna uzaklığı $A'S = x'$, cisim ayna-uzaklığı $AS = x$ dir. $x' = f(x)$ eğrisi Şekil 5'te görülmektedir. Grafiğin AB kolu görünen cisimden gerçek görüntü, BC kolu gerçek cisimden görünen görüntü, DEF kolu da görünen cisimden görünen görüntü elde edilmesine ilişkindir. Bunlardan ilk ikisi için ölçü alınabilir; sonuncu bölgede yalnızca gözlem yapılabilir.



Şekil 5. Tümsek aynada $x' = f(x)$ fonksiyonunun eğrisi.

Grafiğin AB kolunu çizmek amacıyla, görünen cisimden gerçek görüntü elde edilmesi Şekil 6'da gösterilmiştir: Merceğin AB cisiminden $A'B'$ görüntüsü tümsek aynaya göre görünen cisim işlevindedir. Ayna önce AB 'den $A''B''$ görünen görüntüsünü verir; mercek de $A''B''$ den $A'''B'''$ gerçek görüntüsünü verir. Bu son görüntü ilk AB cismi (fant) ile aynı yerdedir.



Şekil 6 Tümsek aynada görünen cisimden gerçek görüntü elde edilmesi; M ince kenarlı mercek, S tümsek ayna.

DENEYİN YAPILIŞI

A.ÇUKUR AYNALAR

a. Yarıçap ve Odak Uzaklığının Belirlenmesi

Işık kaynağı, fant ve verilen çukur aynayı optik bank üstüne yerleştiriniz. Fanttan geçen ince ışık demetini çukur ayna üzerine düşürünüz ve aynada yansıyan ışınları ekran üstüne alınız. Aynayı gereken yöne çevirerek yansıyan ışınların fant yakınına düşmesini sağlayınız. Fant, görüntüsünün özelliği incelenecek cisim işlevindedir. Bundan sonra aynayı, fantın görüntüsü kendisi ile çakışincaya kadar hareket ettiriniz. Bu konumda fant aynanın merkezinde yer alır. Ayna-fant uzaklığı aynanın R yarıçapını, bu uzaklığın yarısı da f odak uzaklığını verir.

b. $x' = f(x)$ Eğrisinin Çizilmesi

1. Şekil 2'deki grafiğin AB bölümünü belirlemek amacı ile çukur aynayı gerçek cisimden gerçek görüntü verecek biçimde cisimden çeşitli uzaklıklara yerleştirerek her konum için aynanın cisme (fant) ve görüntüye uzaklıklarını ölçünüz. Verileri Tablo 1'e yazınız.
2. Grafiğin CD bölümü için Şekil 3'den yararlanarak bir mercek yardımı ile görünen cisimden gerçek görüntü elde edilen durumlarda cismin ve görüntünün aynaya uzaklıklarını ölçünüz. Verileri Tablo 2'e yazınız.
3. Grafiğin DE bölümü, cisim-ayna uzaklığının $0 < x < f$ aralığına karşılıktır. Cismin görüntüsü bir ekran üzerine alınamadığından görüntü ancak gözlenebilir. Yerine ilişkin ölçüm yapılamaz. Gerekli gözlemi yapınız.
4. Her bir ölçü için (1.7) bağıntısı ile çizgisel büyütmeyi hesaplayınız.

DENEY 6

PROJEKTÖR, BÜYÜTEÇ, TELESKOP VE MİKROSKOBUN OPTİK ANALİZİ

AMAÇ:

Projektör, büyüteç, teleskop ve mikroskopun yapısı ve bileşenlerinin incelenmesi

ÖN BİLGİ:

Bir cisim, yakınsak bir merceğin odak uzaklığı olan f ve $2f$ merkez noktası arasına yerleştirilirse gerçek, ters ve büyütülmüş bir görüntü oluşur (Şekil 1 ve 2'ye bakınız). Görüntünün olduğu yere bir ekran yerleştirilirse görüntü ekranın üzerinde odaklanacaktır. Bu durumda merceğin işlevi bir projeksiyona benzer.

Yakınsak bir mercekten onun odağı arasına bir cisim yerleştirildiğinde, sanal, büyümüş ve ters bir görüntü oluşur. Büyütecin işleyişi bu şekildedir. Görüntü gerçek olmadığı için odaklanamaz. Sadece gözlemci tarafından gözlenebilir (Şekil 4'e bakınız).

Teleskoplar uzaktaki cisimlerin büyütülmüş görüntülerini elde etmek için kullanılır. Uzaktaki bir cisimden gelen ışık tek bir yakınsak mercekten geçirilirse görüntüsü heme hemen merceğin odağında toplanacaktır. Bu görüntü gerçek, ters ve gerçek cisimden daha küçük boyutlu olacaktır. Gerçekten, cismin uzaklığı artırıldığında görüntünün boyu küçülür.

Ancak, bu küçük görüntü ikinci bir yakınsak mercekten geçirilirse görüntü büyüyecektir. Şekil 6 ve 7 basit bir teleskopun kurulmasını göstermektedir. L_1 (objektif mercek) merceği gerçek ve ters bir görüntü oluşturur (Diyagramda bu görüntüyü açıkça görebilirsiniz. Bu görüntü L_2 merceğinin odak noktasının içinde ise çok küçüktür.). Cisim yeterince uzakta ise görüntü, L_1 merceğinin $\sim f_1$ odak noktasında oluşacaktır. L_2 merceği (Oküler) ise bir büyüteç gibi davranır. Bu durumda gözlemci, sanal ve büyümüş bir görüntü görür. Uzak cisimler gözlemlendiğinde maksimum büyütmenin olması için teleskopun oküler ve objektif mercekleri arası uzaklık yaklaşık olarak $\sim f_1 + f_2$ 'dir.

Teleskopun açısal büyütmesi mercekler arası uzaklığın tam olarak $f_1 + f_2$ olduğu durum incelenebilir (Şekil 8'e bakınız). Çıplak gözle bakılan cismin yüksekliği diyagramdaki θ_1 açısına bağlıdır. Cisim ile teleskop arasındaki uzaklık çok büyük ise iyi bir yaklaşımla $\theta_1 = \theta_1'$ 'dür. Üst diyagramda gösterilen ışın, objektif merceğinin odak noktasını geçerek teleskopun optik eksenine paralel ilerler ve okülerde kırılarak okülerin odak noktasında toplanır. Bu nedenle θ_2 açısı gözlemcinin gördüğü görüntünün yüksekliği olan h_i 'ye bağlıdır.

Mikroskop ise yakındaki cisimleri bir büyüteçten daha fazla büyütür. Bir büyüteçte tek bir mercek kullanılırken, bileşen mikroskopta iki mercek kullanılır. Deney düzeneği Şekil 9'da gösterildiği gibidir. L_1 objektif merceği bir projektör gibi çalışır. Cisim L_1 'in odağı yakınına yerleştirildiğinde gerçek, büyük ve ters bir görüntü oluşur. L_2 oküleri bir büyüteç gibi çalışır. L_1 'in verdiği gerçek görüntü L_2 'den sonra büyür ve sanal bir görüntü olur.

L_1 'in verdiği gerçek görüntü, temel mercek denkleminin gösterdiği gibi,

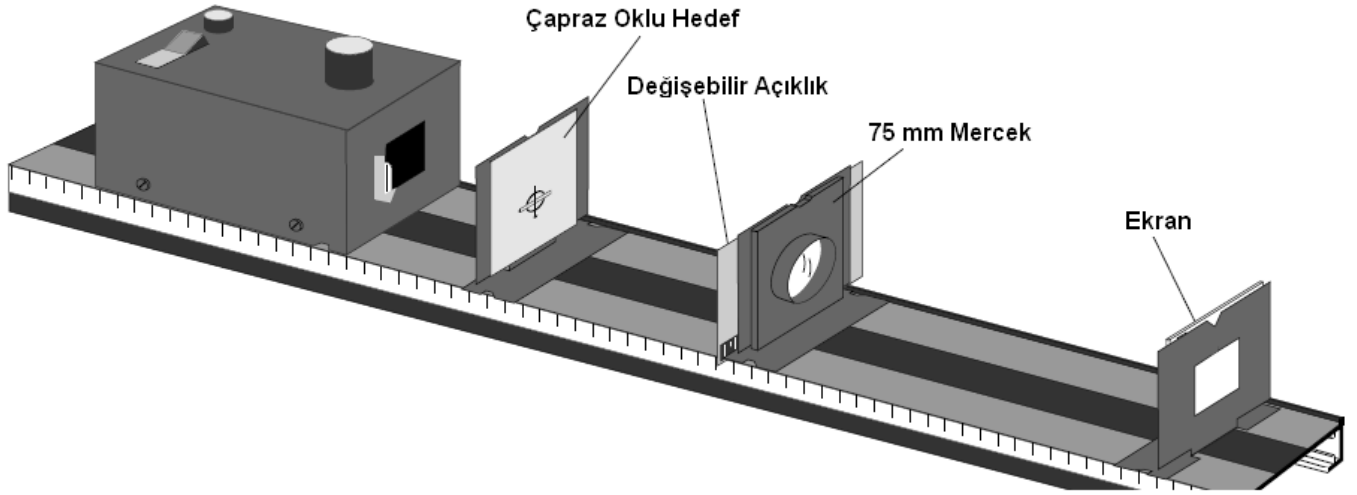
$$m = -d_i / d_o \quad (1)$$

miktarı kadar büyür. Bu görüntü $25 \text{ cm}/f$ çarpanıyla okülerde büyütülmektedir. Tam büyütme o halde,

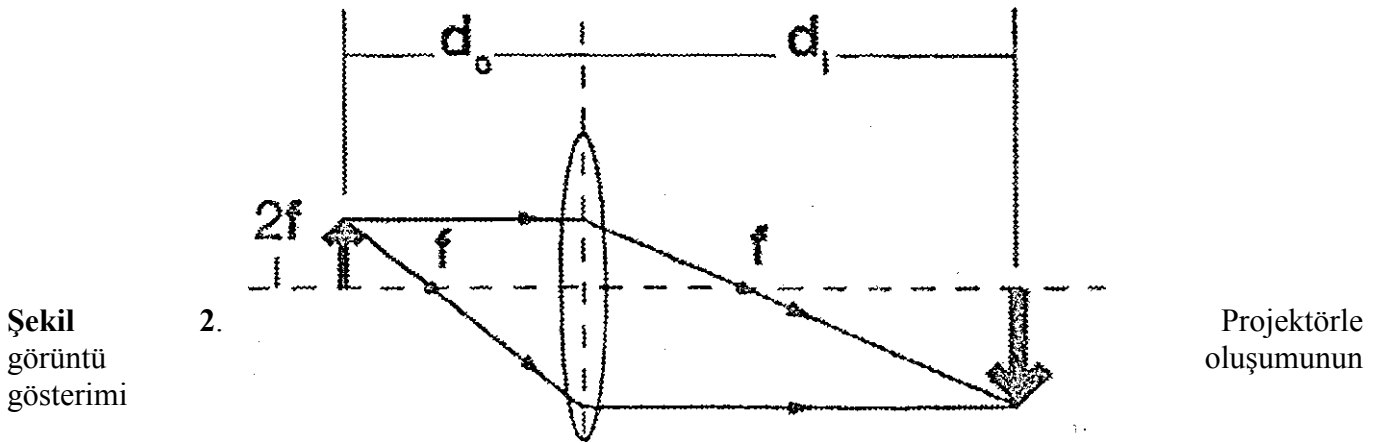
$$M = -\frac{d_i}{d_o} 25 \text{ cm} / f \quad (2)$$

DENEYİN YAPILIŞI:

A. PROJEKTÖR

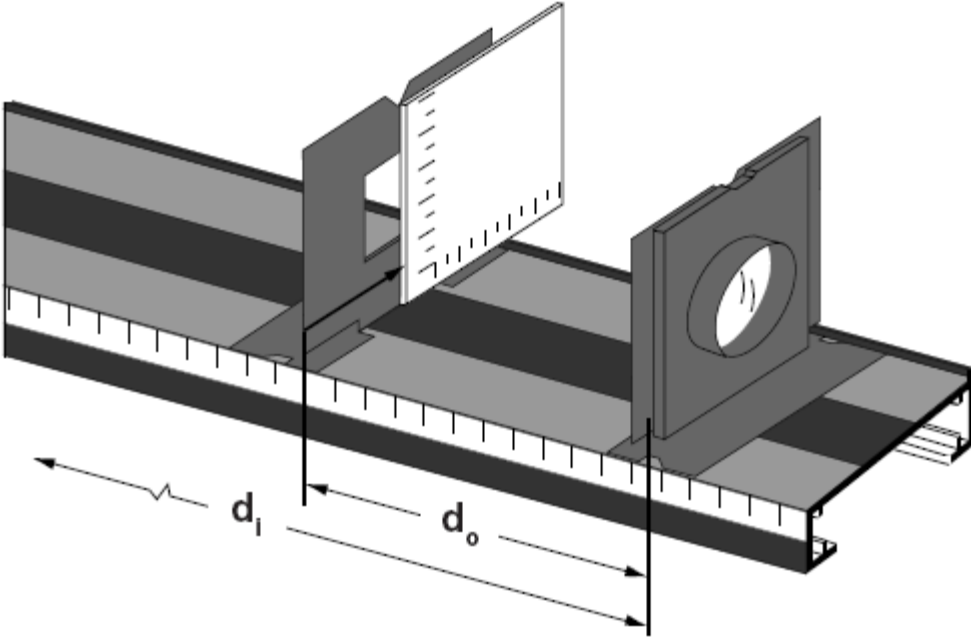


Şekil 1. Projektör için deney düzeneği

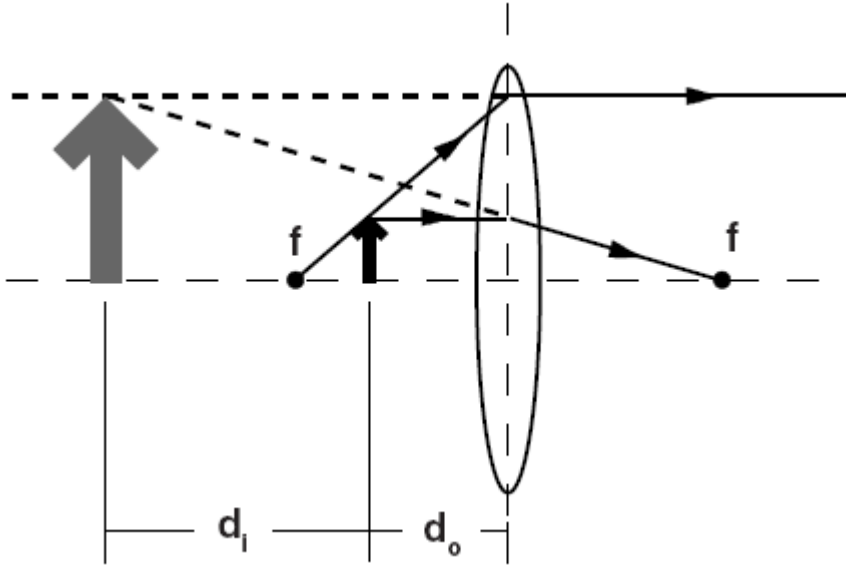


1. Şekil 1' deki deney düzeneğini kurunuz. Hem 75 mm. hem de 150 mm.lik yakınsak mercekleri kullanınız.
2. d_o , f uzaklığından küçükse görüntü nasıldır? Görüntü ekran üzerine alınabilir mi?
3. d_o , $2f$ uzaklığından daha büyükse görüntü nasıldır? Görüntü şimdi ekran üzerine alınabilir mi? Açıklayınız.
4. Görüntü en fazla ne kadar büyüyebilir? Açıklayınız.
5. Tek bir mercek kullanarak, düz (ters dönmemiş) bir görüntü oluşturmak mümkün müdür?
6. Projektörün oluşturduğu bir görüntü ekran kullanmadan görülebilir mi? Görünebilirse gözlemci nerede olmalıdır?

B. BÜYÜTEÇ



Şekil 3. Büyüteç deney düzeneği



Şekil 4. Büyüteçte görüntü oluşumunun gösterimi

Şekil 3'deki deney düzeneği basit bir büyüteci göstermektedir. Deney düzeneğini kurunuz. Önce 75 mm'lik sonra 150 mm'lik odak uzaklıklarına sahip mercekleri kullanarak cisim (ekran) ve mercek arasındaki uzaklığı büyütmenin maksimum ve görüntünün net olarak odaklanması için ayarlayınız.

1. Temel mercek denklemi, bir merceğin oluşturabileceği m büyütmesine bir sınırlama getirir mi?
2. Merceklerden baktığınızda, hangi merceğin daha büyük büyütme ortaya çıkardığını gözlemliyorsunuz?

Merceklerin her biri bir büyüteç gibi kullanıldığında, yakınsak bir merceğin sağladığı büyütmenin sınırsız olduğu açıktır. Bu $m = -\frac{d_i}{d_o}$ denkleminin hatalı olduğu anlamına gelmez (bakınız Şekil 4). Bu denklem, cismin ve görüntünün boyutları arasındaki oranı verir. Ancak büyüteçteki gibi, bir optik sistemin büyütmesini belirlemede sadece görüntünün boyu önemli değildir; aynı zamanda gözlemci ve gördüğü görüntü arasındaki uzaklık da önemlidir. Uzak bir cisim, yakın olduğu zamankinden daha küçük görünürken, optik bir sistemin oluşturduğu görüntü de cisim uzak olduğunda küçük, yaklaştığında büyüktür.

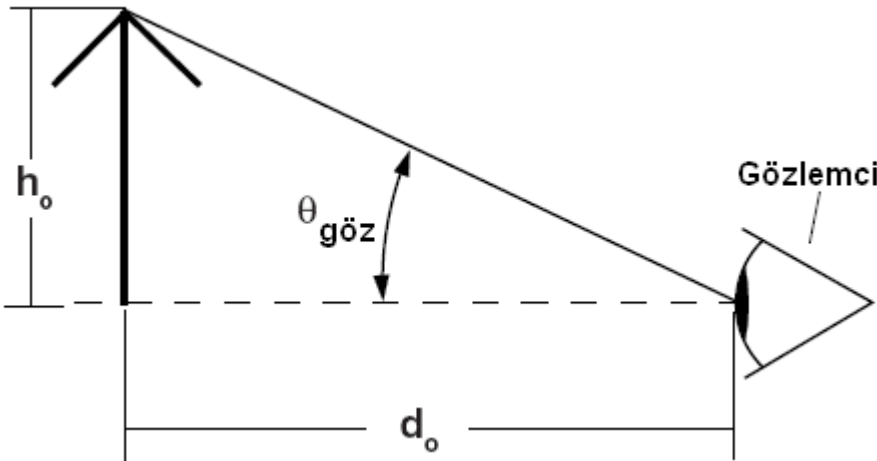
Şekil 5, h_o boyunda, gözlemciden d_o uzaklığındaki bir cismi göstermektedir. Gözlemcinin göz retinası üzerindeki görüntünün boyu $\theta_{göz}$ açısına bağlıdır. Küçük açılar için (sadece temel mercek denkleminin geçerli olduğu açılar için), $\theta_{göz} = \frac{h_o}{d_o}$ 'dır. $\theta_{göz}$ büyüklüğüne bir sınırlama gelmektedir. Bunu görmek için, bir cismi elinize alın ve yavaşça gözünüze doğru hareket ettirin (tek gözünüz kapalı olmalıdır). Burada görüntünün bulanıklaşmaya başladığı yakın nokta denilen bir uzaklık vardır. Çünkü cisimden gözünüze giren ışınlar gözünüzde odaklanmayacak kadar ıraksaktır. Yakın nokta farklı insanlar için farklıdır. Fakat ortalama olarak ≈ 25 cm. alınabilir. Bu nedenle $\theta_{göz} = \frac{h_o}{25\text{ cm}}$ 'dır. Burada $\theta_{göz-max}$ gözün bir görüntüyü odaklayabildiği maksimum $\theta_{göz}$ değeridir. Bu amaçla herhangi bir optik sistem ya da bir büyüteç kullanıldığında, görünen görüntünün boyu cismin yeri ve boyundan daha çok görüntünün yeri ve boyuna bağlıdır. O halde bir büyütecin açısal

büyütmesi olan $\theta_b = \frac{h_i}{d_i}$ 'dır.

Temel mercek

$$\text{denkleminde} \quad h_i = mh_o = -\frac{d_i}{d_o} h_o \quad (3)$$

dır. Bu nedenle (-) işaretini göz önüne almazsak $\theta_b = \frac{h_o}{d_o}$, büyüteç olmadığı durumda olduğu gibidir.



Şekil 5. Açısal büyütme

Bir büyüteç kullanıldığında cisim göze yakın noktadan daha yakına getirilebilmekte ve göz tarafından da odaklanmaktadır. Örneğin cisim büyütecin tam odağına yerleştirilirse $\theta_b = \frac{h_o}{d_o}$ denklemi

$\theta_b = \frac{h_o}{f}$ olur. Bu nedenle, bir büyütecin büyütme gücü, gözlemcinin cisme ne kadar yakın olduğunun bir

fonksiyonudur. Yani bir büyütücü, merceğin odak uzaklığının fonksiyonudur. Bir merceğin açısal büyütmesi denilen büyütme gücü

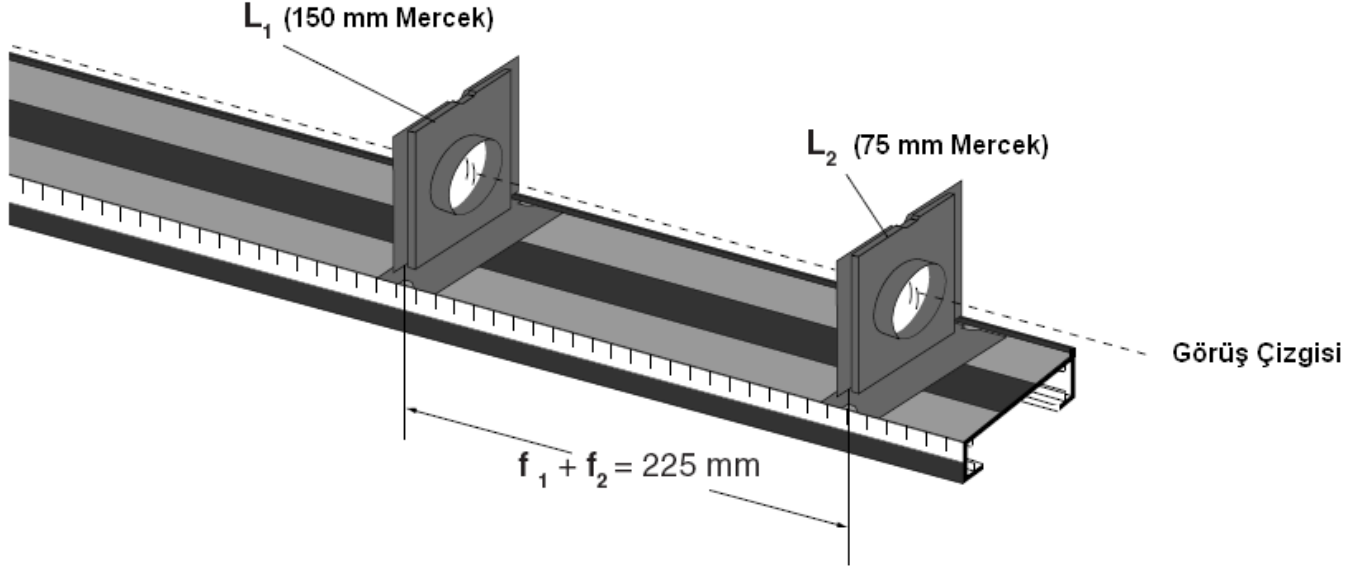
$$\frac{\theta_b}{\theta_{göz-max}} = \frac{25}{f} \quad (4)$$

olarak hesaplanmaktadır.

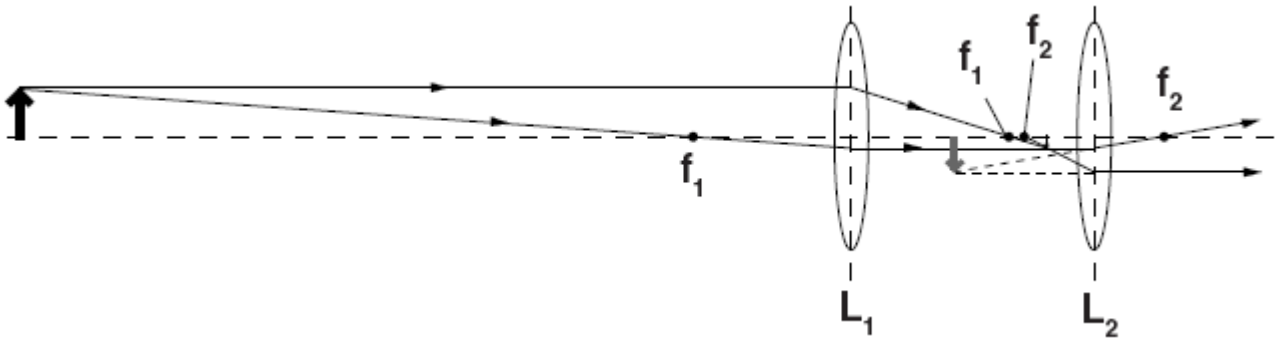
3. 75 mm. ve 150 mm. odak uzaklıklı merceklerin açısal büyütmesini hesaplayınız. Hesapladığınız büyütmeler sorunuzun cevabı oluyor mu?

4. 50 cm. odak uzaklıklı bir yakınsak mercek büyüteç olarak kullanılabilir mi ? Açıklayınız

C. TELESKOP



Şekil 6. Teleskop deney düzeneği



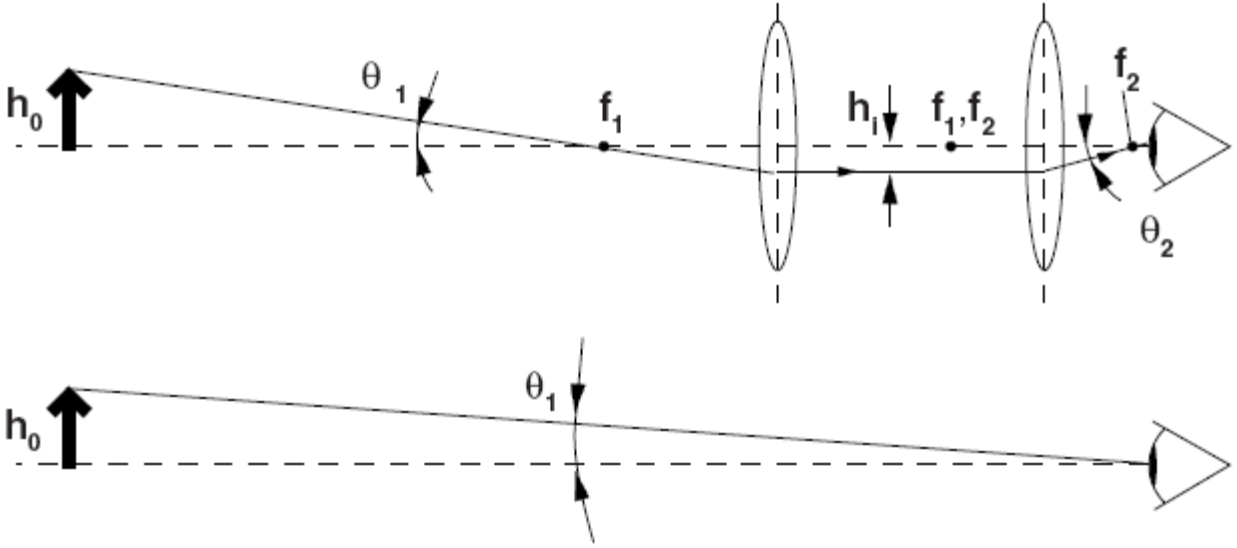
Şekil 7. Teleskopta görüntü oluşumunun gösterimi

1. Şekil 7'den faydalanarak, f_1 , f_2 odak uzaklıklarının ve görüntü yüksekliği h_i 'nin fonksiyonu olarak $\tan \theta_1$ ve $\tan \theta_2$ 'yi hesaplayınız.

$$\tan \theta_1 = \tan \theta'_1 = \dots\dots\dots$$

$$\tan \theta_2 = \dots\dots\dots$$

θ_1 ve θ_2 'nin çok küçük olduğunu varsayarak $\theta_1 \approx \tan \theta_1$ ve $\theta_2 \approx \tan \theta_2$ alabilirsiniz.



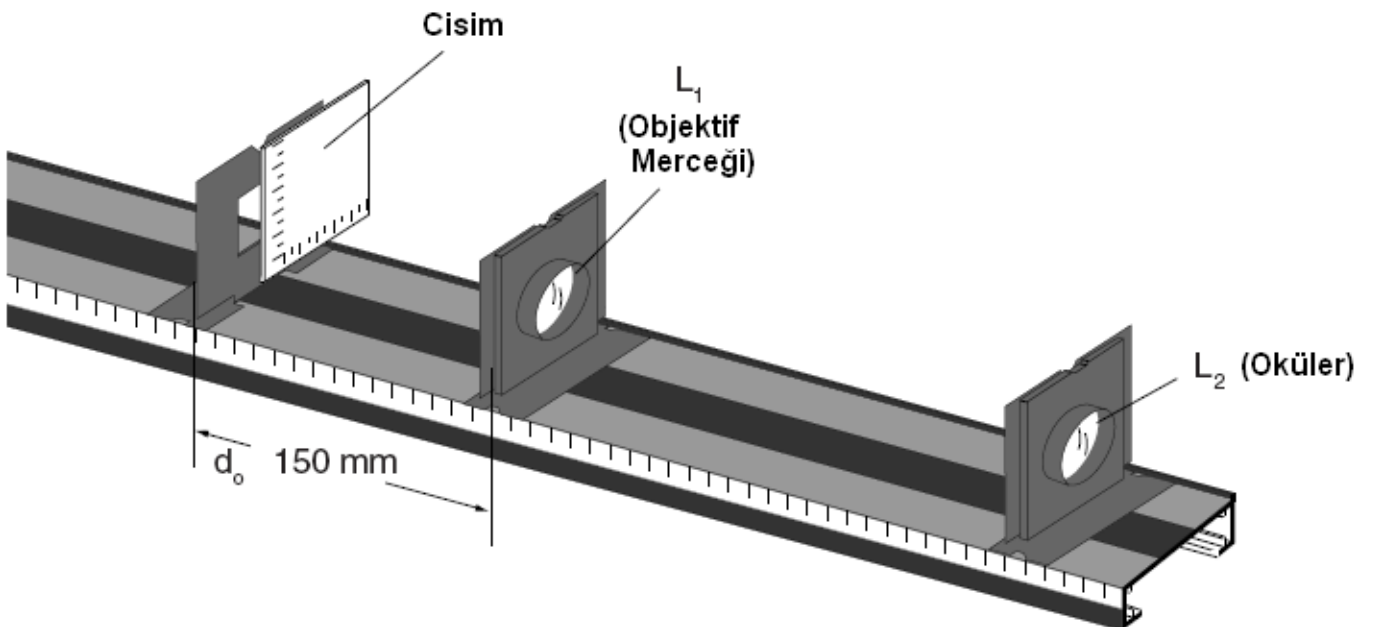
Şekil 8. Teleskobun büyütmesi

2. Teleskobun açısal büyütmesini hesaplayınız

$$\text{Açısal Büyütme} = \theta_2 / \theta_1 = \dots\dots\dots$$

3. Odak uzaklığı 75 mm ve 150 mm olan iki mercekten bir teleskop kurunuz. Mercekler arası uzaklık yaklaşık 225 mm olmalıdır. 75 mm'lik merceği oküler gibi kullanarak uzak bir cisme bakınız. Büyütmeyi ölçmek için bir gözünüzle teleskopa, diğer gözünüzle cisme bakınız. İki görüntünün boyunu karşılaştırınız.
4. 75 mm'lik merceği oküler olarak kullandığınızda teleskopun büyütmesi nedir?
5. 150 mm'lik merceği oküler olarak ve 75 mm'lik merceği objektif olarak kullandığınızda teleskopun büyütmesi nedir? 5., 3. ve 4. soruların yanıtları 2. sorunun yanıtına uyuyor mu?

D. MİKROSKOP



Şekil 9: Mikroskop deney düzeneği

Şekil 9'daki mikroskop düzeneğini kurunuz. Şekil 10'daki çizimi inceleyiniz. Objektif mercekle 75 mm odak uzaklıklı merceği, oküler olarak da 150 mm odak uzaklıklı merceği kullanınız. Cisimden (ekran) ~150 mm uzaktaki objektif mercekle deneye başlayınız. Ekran skalasının tam net görüntüsünü elde edene kadar okülerin durumunu ayarlayınız.

Mutlak kırılma indisleri n_1 ve n_2 olan dielektrik iki ortam göz önüne alalım (Örneğin hava- cam ortamları). Birinci ortamda bir ışın Φ_1 açısı ile ortak sınıra gelsin; bir bölümü yine Φ_1 açısı ile birinci ortamda yansır, bir bölümü Φ_2 açısı ile ikinci ortama geçer.

Gelen ışığın gelme düzlemine paralel (P) ve dik (N) olan bileşenlerinin genlikleri E_{Pi} , E_{Ni} ve yansıyan ışık için aynı genlikler E_{Pr} , E_{Nr} olsun. E_{Pr}/E_{Pi} 'ye, paralel bileşen için genlik yansıtma katsayısı; E_{Nr}/E_{Ni} 'ye, dik bileşen için genlik yansıtma katsayısı ya da her ikisine yansıma için Fresnel katsayıları denir. Bu katsayılar açılara ve ortamların indislerine

$$\frac{E_{Pr}}{E_{Pi}} = \frac{\tan(\phi_1 - \phi_2)}{\tan(\phi_1 + \phi_2)} = \frac{n_2 \cos \phi_1 - n_1 \cos \phi_2}{n_2 \cos \phi_1 + n_1 \cos \phi_2}$$

$$\frac{E_{Nr}}{E_{Ni}} = -\frac{\sin(\phi_1 - \phi_2)}{\sin(\phi_1 + \phi_2)} = \frac{n_1 \cos \phi_1 - n_2 \cos \phi_2}{n_1 \cos \phi_1 + n_2 \cos \phi_2}$$

şeklinde bağlıdır.

Gelme açısının Φ gibi özel bir değeri için $\Phi + \Phi_2 = 90^\circ$ ise $\tan 90^\circ = \infty$ ve $E_{Pr}/E_{Pi} = 0$ olur. Bu durumda, yansıyan ışığın yalnızca dik bileşeni bulunur; ışık lineer polarize olmuştur. Buradaki Φ açısına kutuplanma (polarizasyon) açısı ya da Brewster açısı denir.

Kutuplanma açısı altında gelen ışık için kırılma yasası:

$$n_1 \sin \phi_1 = n_2 \sin \phi_2 = n_2 \sin(90^\circ - \phi) = n_2 \cos \phi$$

olacağından,

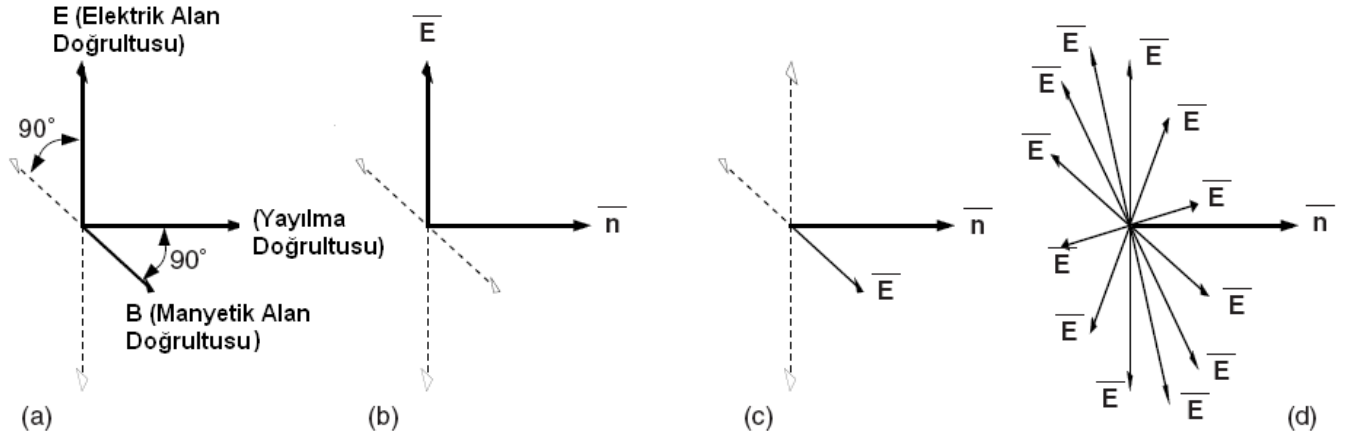
kutuplanma açısı ile ortamların bağıl kırılma indisi arasında aşağıdaki bağıntı elde edilir:

$$\tan \phi = n_2 / n_1 = n$$

Bu bağıntıya **Brewster yasası** denilir. Bu bağıntı kutuplanma açısının ortamların indislerine bağlı olduğunu gösterir. Örneğin, hava- cam için yaklaşık olarak $n = 1.54$ ve $\Phi = 57^\circ$ 'dir.

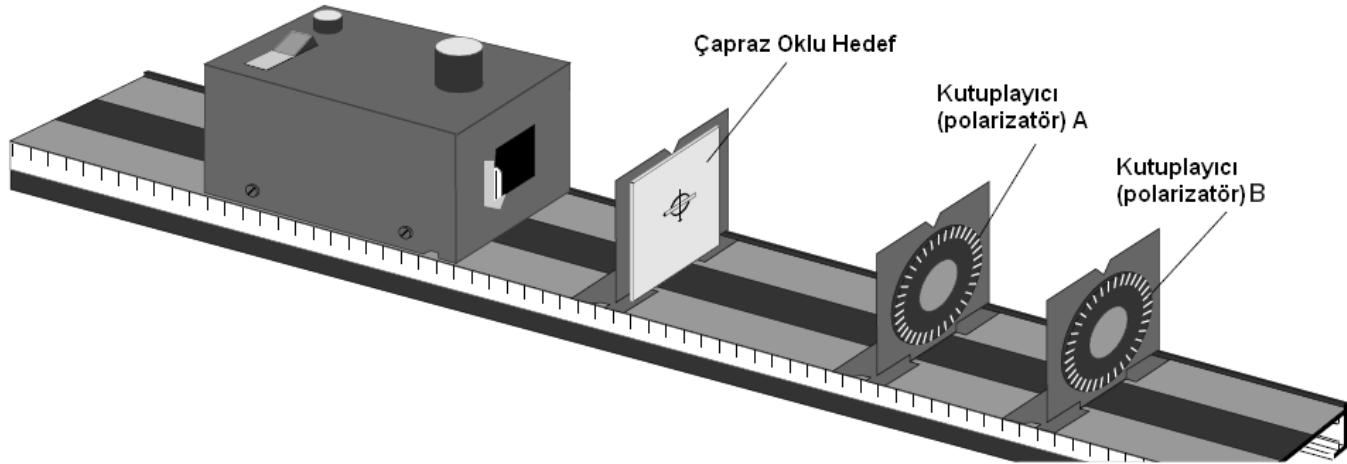
İkinci dielektrik ortama geçen dalgada P bileşeninin tümü ile N bileşeninin bir bölümü bulunduğundan, ikinci ortama geçen ışık kısmen kutuplanmıştır. Işık çok sayıda tabakadan geçirilirse, her bir tabakada N bileşeni azalarak sonuçta geçen ışığın yalnız paralel bileşeninden oluşan lineer kutuplu ışık elde edilir.

Işık enine bir dalgadır, yani ışığı oluşturan elektromanyetik bileşenler yayılma doğrultusuna dik bir doğrultuda oluşurlar (bakınız Şekil 1-a). Işık için kutuplanma, elektromanyetik bileşenler içindeki elektrik alanın konumuyla anlaşılır. Manyetik alan daima elektrik alana diktir. Şekil 1-b ve 1-c sırasıyla dikey ve yatay kutuplanmayı gösterir. Şekil 1-d'de ise, çoğu akkor ışık kaynaklarından gelen ışıktaki olduğu gibi kutuplanma doğrultusunun zamanla hızla değiştiği durumlarla ortaya çıkan rastgele kutuplanma çizilmiştir.



Şekil 1. Işığın kutuplanması.

Düzenekte iki kutuplayıcı (polarizör) bulunmaktadır. Kutuplayıcı skalası $0-180^\circ$ arasında değişir ve bunlar sadece düzlem kutuplu ışığı geçirirler. Başka bir düzlem boyunca kutuplanmış ışık polaroid madde tarafından soğurulur. Bu deneyde, kutuplanmış ışık olaylarını araştırmak için kutuplayıcıları kullanacaksınız.



Şekil 2. Deney düzeneği.

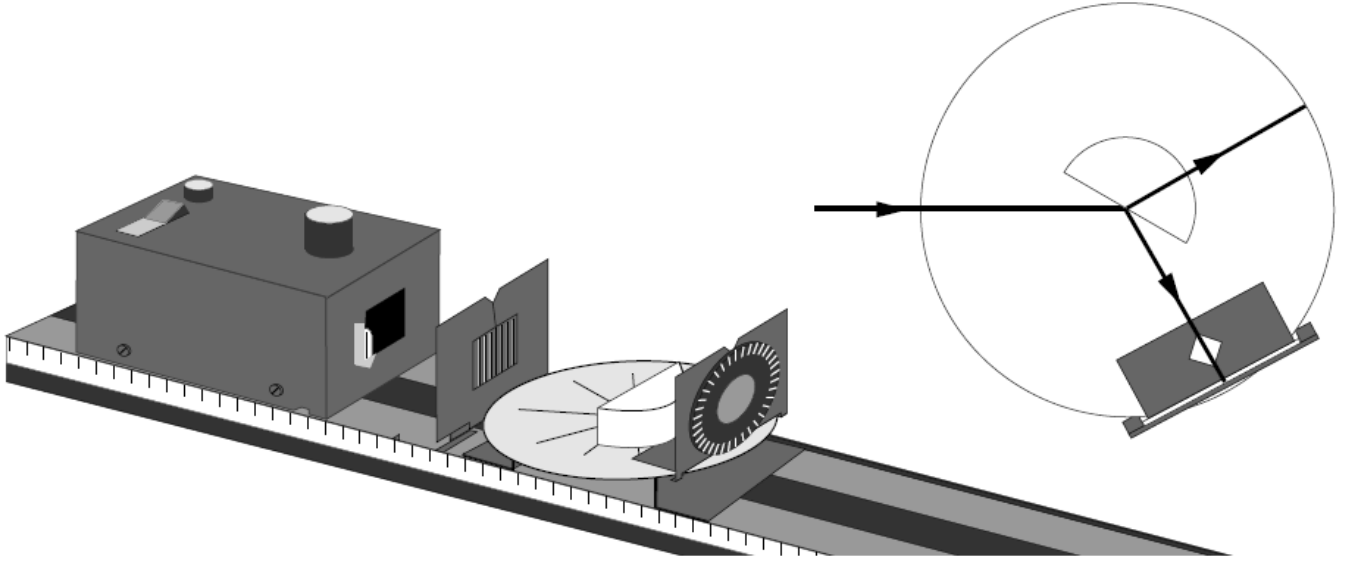
DENEYİN YAPILIŞI

Şekil 2'deki deney düzeneğini kurunuz. Işık kaynağını açınız ve kutuplayıcıları kaldırarak çapraz oklu cismi gözleyiniz. A kutuplayıcısını tutucu ayağa takınız ve hedefi gözlerken kutuplayıcıyı döndürünüz.

1. Cisme doğrudan bakmakla kutuplayıcıdan bakmak arasında bir fark var mı? Niçin?
2. Işık kaynağından gelen ışık düzlem kutuplu mudur? Bunu nasıl açıklarsınız?
A kutuplayıcısını sadece dikey kutuplu ışığı geçirecek şekilde ayarlayınız ve B kutuplayıcısını tutucu ayağa takınız. B kutuplayıcısını döndürerek her iki kutuplayıcıya birden bakınız.
3. B kutuplayıcısı hangi açılarda maksimum ışık geçirir? Hangi açılarda geçen ışık minimum olur?

Yansımayla Kutuplanma ve Brewster Açısı: Şekil 3'teki düzeneği kurunuz. Işın tablasının merkezinden geçen ışını göz önüne alınız. Silindirik merceğin düz yüzeyine gelen, yüzeyden geçerken

kırılan ve yüzeyden yansıyan ışınlara dikkat ediniz. (Yansıyan ışığı görebilmek için oda çok karanlık olmalıdır.)



Şekil 3: yansımayla kutuplanma ve Brewster açısına ait deney düzeneği

Yansıyan ve kırılan ışınlar arasındaki açı 90° olana kadar ışın tablasını döndürünüz. Kutuplayıcı üzerinden ışık kaynağının flamanına bakınız ve kutuplayıcıyı tüm açılar üzerinden yavaşça döndürünüz.

1. Yansıyan ışın düzlem kutuplu mudur? Öyle ise kutuplanma açısı dikeyle hangi açıyı yapar? Diğer yansıma açılarında yansıyan ışığı gözleyiniz.
2. Yansıyan ışık kırılana göre 90° 'lik açıda değilse ışık düzlem kutuplu mudur? Açıklayınız.

DENEY 7-B POLARİMETRE

AMAÇ

Optikçe aktif bir eriyiğin özgül döndürmesinin ve bir eriyiğin konsantrasyonunun belirlenmesi.

ÖN BİLGİ

Optikçe aktif bir madde, üzerine gelen lineer polarize ışığın titreşim doğrultusunu değiştirir. Sıvılar (eriyikler) için optikçe aktiflik olayı polarimetre ile incelenebilir. Polarimetre düzeneği bir ışık kaynağı (sodyum lambası), fant, mercek, polarizör, içine eriyiğin bulunduğu tüpü taşıyan silindirik boru, analizör, açölçer, ayarlama vidası ve vizörden oluşur. Şekil 1’de polarimetre düzlemi gösterilmektedir.

Işık titreşim düzleminin kimi sıvılarda dönmesi olayı ilk olarak 1811’de Biot tarafından ortaya konmuştur. Döndürme miktarı, kullanılan ışığın dalgaboyunun karesi ile yaklaşık olarak ters orantılıdır. Dönme, sıvı molekül yapısının bir ürünüdür. Bu olayı sergileyen çoğu sıvılar karmaşık moleküller içeren organik bileşiklerdir.

Bir sıvının her molekülü, optik eksenini boyunca düzlem polarize ışığın döndürüldüğü küçük bir kristal gibi düşünülebilir. Bir sıvıdaki moleküller gelişigüzel yönelmiş olduklarından, gözlenen dönme tüm moleküllerin ortalama etkisi olur ve o sıvının herhangi bir doğrultusu için aynı değerdedir. Moleküller belli yönelimli atomlardan oluştukları için kendi yönelimlerine uyan doğrultuda ışık titreşim düzlemini döndürürler.

Optikçe aktif eriyikler için ışık vektörünün döndürülmesi ışığın aldığı yola (eriyiğin boyu), eriyiğin cinsine, konsantrasyonuna ve ayrıca ışığın dalgaboyuna bağlıdır. Belli bir ışık için döndürme açısı,

$$\theta = (\rho l c) / 10$$

olarak verilir. Burada ρ , sıvının cinsine bağlı bir büyüklük olup **özgül döndürme** ya da **döndürme gücü** adını alır ve 1 cm^3 eriyikte 1 gr aktif madde içeren 10 cm uzunluğundaki sıvının neden olduğu döndürmeye eşittir; c , 1 cm^3 eriyikte aktif maddenin gram miktarı olup **konsantrasyon** adını alır; l , sıvının cm cinsinden uzunluğu ya da tüpün boyudur. Öte yandan

$$c = p \delta$$

olup, p eriyikte **optikçe aktif maddenin yüzde oranı** ve δ , eriyiğin gr/cm^3 cinsinden **özgül kütlesidir**.

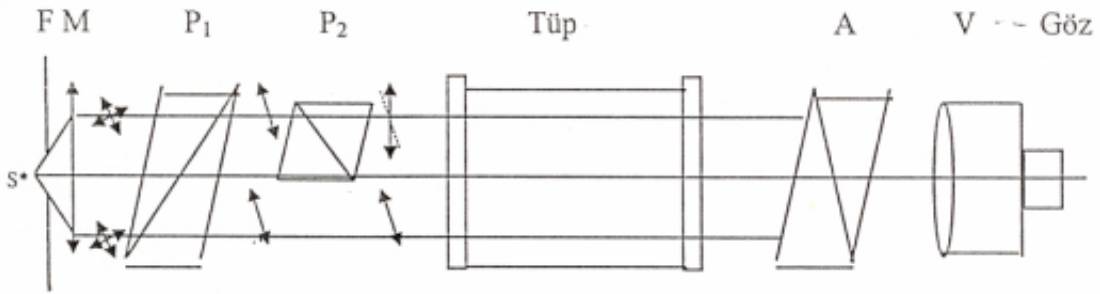
Şekil 1’de, P_1 ve P_2 polarizörlerinden farklı doğrultularda çıkan lineer polarize ışık demetlerine ait ışık vektörlerinin eriyik içinde ve eriyikten sonra kazandıkları doğrultular gösterilmiştir. P_2 polarizörü P_1 polarizörüne göre daha küçük olup P_1 ile tüp arasında ve ışığın yolunun bir yarısında yer alır. P_1 ile P_2 ’nin asal kesitleri birbirleriyle gölge açısı adı verilen bir açı yapacak konumdadır. A analizörünün asal kesiti P_1 ve P_2 ’nin polarizasyon doğrultuları ile eşit açılar yapıyorsa, bunların analizörden geçen ışık bileşenleri eşit olur; görüş alanının iki yarısı eşit parlaklıktadır. A, bu konumdan sonra biraz döndürülürse alanın bir yansı sönmülenebilirken öteki yansı daha aydınlık görünür. Bu teknikle denge konumunun belirlenmesi çok büyük bir duyarlılıkla başarılabilir.

Not: Şekil 1’deki sistemde T tüpü yerine bir kristal yerleştirilerek katılar için dönel polarizasyon ve optikçe aktiflik incelemeleri yapılabilir.

Polarimetrede polarizör ve analizör arasına eriyik tüpü yerleştirilir. Analizör döndürülebilir; döndürme miktarı, üstünde verniyeller olan açılı bölme dairelerinden, yaklaşık dört kez büyütme büyüteç yardımı ile okunur.

G gözlemcisi ışık kaynağına doğru bakarken, ışık vektörünün dönmesi sağa doğru ya da saatin dönme yönünde ise p pozitifdir; dönme sola doğru ya da saatin dönme yönüne ters ise p negatiftir.

Göz mutlak bir ölçü aleti değildir. Bu nedenle polarimetrelerde genellikle görüş alanı iki ayrı bölgeye ayrılır. Bölgelerdeki ışık polarizasyon doğrultuları arasında küçük bir açı vardır. İki bölge aynı aydınlıkta olduğunda, analizörün titreşim doğrultusu ışığın titreşim doğrultusuna göre hemen hemen simetrik olur.



Şekil 1. Polarimetre deney düzeneği; S: sodyum ışık kaynağı, F: fant, M: kondansör merceği, P1 ve P2: polarizörler, Tüp: eriyik tüpünü taşıyan silindirik boru, A: analizör, V: vizör ya da teleskop, Göz: gözlemci.

Öte yandan, analizörün sıfır konumu ışığın dalgaboyuna göre değişme gösterir. Işık tek renk değilse dönme dispersiyonu ortaya çıkar. Bunu ortadan kaldırmak için sodyum spektral lambanın verdiği sarı ışık (589,3 nm) kullanılır.

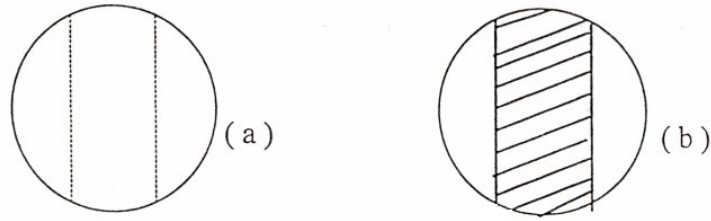
Aletin polarizör ve analizörü arasında ışık polarizasyonunu değiştirebilecek hiç bir çift kırıcı optik bileşen bulunmamalıdır. Polarimetre tüpünün pencereleri sıkıştırılmamak; bozucu çift kırıcılık yaratılmamalıdır.

Deneyde kullanılacak olan düzende, birbirinden 90° farklılık gösteren iki tane analizör konumu vardır. Birinde, dairesel görüş alanının merkezi kesimi iki dış kesimi kadar parlaktır; birbirinden ayırt edilemezler; bu konumda gözün duyarlılığı alt düzeydedir (Şekil 2 -a). İkinci konumda ise merkez karanlık, iki dış bölge eşit aydınlıktır. Bu konum **yarı-bölge konumu** adını alır ve göz buna çok duyarlıdır. Polarimetre okumaları hep bu konumda yapılmalıdır (Şekil 2,-b).

Dereceli analizör bölmeleri, her biri 180° olan iki verniyeli eşel ile verilir; verniyeler 20 bölmeli olup bir derecelik aralığın 0.05 doğrulukla okunmasını sağlarlar (Şekil 3). Açılar göz merceğine takılı iki büyüteç yardımı ile okunur. (Şekilde her iki açı da $170,50'$ dir).

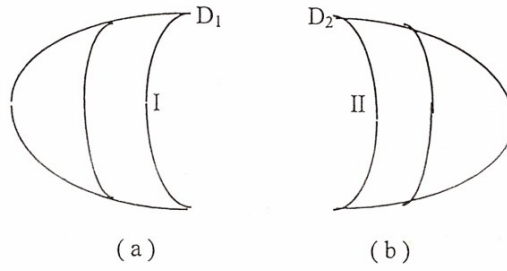
D1, D2 eşelleri ile V vizörünün ve analizörü döndürmeye yarayan B vidasının konumlarını gösteren, aletin gözlemciye göre önden görünüşü Şekil 4'de yer almaktadır. Tüm ölçümler öncesinde,

görüş alanında net görüntüler elde etmek için, V vizörü üstünde yeralan tırtıklı göz merceği kolu, çizgiler keskin görününceye kadar içe doğru döndürülmelidir.



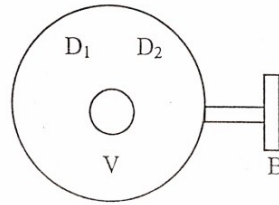
Şekil 2. vizörden

analizörden sonra görülen üç bölgeli görüş alanı; (a) analizör döndürülürken iki dış bölge önce karanlık ve sonra aydınlık biçiminde sürekli ve düzgün şiddet değişimi gösterir. (b) Merkezi bölge ise zıt parlaklık değişimi gösterir.



Şekil 3. Polarizör yardımı ile okunması; (a) alan D1 eşeli, (b) görüş eşeli.

Polarimetrede bakıldığında analizör konumlarının verniye görüş alanının solunda yer alan D2 alanının sağında yer alan D1



Şekil 4. Verniyeli aç bölmeleri. Tırtıklı kol ve gözmerceği bulunan verniyeli eşel, B: analizör vidası.

ve vizörün karşıdan görünüşü. V: vizör, D1: sol verniyeli eşel, D2: sağ

Küçük döndürmeler için yalnızca D1 verniyesini kullanmak yeterlidir. D2 verniyesi fotometrik ölçüm hatasını azaltmada yardımcı olur; büyük döndürmelerde kullanılır. D1 ve D2 verniyeleri ile alınan iki okumanın ortalaması açı değeri olarak dikkate alınmalıdır. Olağan konumlarında her iki değerin aynı sayı göstermesi gerekir.

İncelenen aktif sıvı, renkli ve de fazla ışık geçirmiyorsa laboratuvar iyice karanlık yapılmalıdır. Ayrıca daha küçük boylu tüp kullanılmalıdır ve çözelti seyreltilmelidir.

Öte yandan 20°C gibi olağan oda sıcaklığında, alet için özel bir sıcaklık düzeltme gereği ortaya çıkmaz; döndürme miktarı sıcaklığa çok zayıf bir bağımlılık (0,05'den daha küçük) gösterir.

20°C de ve sodyum spektral lambasının sarı ışığı için şeker çözeltisinin özgül döndürmesi $p = 66,52 \text{ derece.cm}^2/\text{gr}$ 'dır. Şeker eriyiğinin konsantrasyonunun incelendiği polarimetre sistemine **sakkarimetre** de denir.

DENEYİN YAPILIŞI

A - Aletin Sıfır Konumunun Ayarlanması ve Açı Okumaları

Temel bileşenleri Şekil 1' de gösterilen polarimetre deney düzeneği size kurulmuş olarak verilecektir. Sodyum spektral lamba, yuvasına yerleştirilmiş olmalıdır. Sodyum lambası uygun bir güç kaynağı ile çalıştırıldığında ilk önce açık mor bir ışık verir. Birkaç dakika sonra ışık şiddetli sarı olacaktır. Lamba sarı ışık verdikten sonra herhangi bir nedenle akım kesilirse, yeniden akım vermek için soğumasını beklemek gerekir.

Alet, fotometrik ölçüm yerine, görmeye dayanan yan-gölgeli polarimetredir. Aletin ayarı, silindirik boru içinde T eriyik tüpü yokken ya da daha iyisi, T tüpü damıtık su ile dolu iken yapılır.

1. Sodyum lambası yakılır ve polarimetrenin fanti aydınlatılır.
2. Verilen eriyik tüpü iyice yıkanıp damıtık su ile doldurularak alettaki yerine yerleştirilir. Görüş alanı minimum eşit aydınlıkta oluncaya kadar analizör döndürülür. Şekil 4' deki V-vizörünün tırtıklı kolu içe-dışa doğru hareket ettirilerek bölgelerin netliği denetlenir.
3. B vidası ile analizör döndürüldüğünde, bölgelerde aydınlanmaların değiştiği gözlenir. Bu aydınlanmalar (Şekil 2) iki konumda birbirine eşit olurlar. Bunlar, aydınlanmaların minimum eşit ve maksimum eşit oldukları durumlardır. Alet, aydınlanmaların, minimum ve eşit olduğu durumda tutulur; çünkü göz bu duruma daha duyarlıdır.
4. Analizörle polarizörün çapraz konumda olmalarına karşılık olan bu durum sağlandığında verniyeler yardımı ile açı bölmesini okuyunuz; bu değer θ_1 olsun. Aletin polarizör ve analizörünün yerleşimlerinde herhangi bir hata yoksa T tüpü de silindirik boru içinde değilken θ_1 açısı 0° olmalıdır. İçinde saf su bulunan tüp yerine konulduğunda, ek bir çift kırıcılık etkeni de yok ise, θ_1 açısı 0° ya da buna çok yakın bir değerde olmalıdır. Son olasılığı yok etmek için, saf su ile dolu tüp varken aletin sıfır konumu θ_1 olarak belirlenir. θ_1 değerini beş ayrı ayar ve okumanın ortalaması olarak alınız.
5. Aynı tüpü bu kez incelenecek şeker eriyiği ile doldurarak yerine yerleştiriniz. B vidası ile analizör döndürülerek görüş alanında minimum eşit aydınlanmayı sağlayınız. Bu konum için θ_2 açısını okuyunuz. Verilen örnek için, ışık titreşim düzleminin döndürülme açısı

olarak elde edilir.

$$\theta = \theta_2 - \theta_1$$

B - Özgül Döndürme Ölçümleri

1. Size verilen eriyiğin döndürme yönünü belirleyiniz. Yukarıda anlatılan yöntemle belirlenecek θ açısı için $\theta = \theta_2 - \theta_1 > 0$ ise sağ döndürme söz konusudur. Her bir açı okumasını birkaç kez yaparak ortalamasını alınız. θ_2 açısını belirlerken analizörü maksimum ve eşit aydınlanma konumundan geçmeyecek yönde döndürmeye dikkat ediniz.
2. Farklı konsantrasyonlarda şeker eriyiği hazırlayınız. Her bir konsantrasyona ilişkin θ döndürmelerini belirleyiniz. $\theta = f(c)$ grafiğini çiziniz. Bu grafik ve (1) bağıntısı yardımıyla p özgül döndürmesini elde ediniz.

C - Konsantrasyon Ölçümü,

1. Size verilen ve konsantrasyonu belirlenecek olan şeker eriyiğini boyunu ölçtüğünüz T tüpüne doldurunuz. θ döndürme açısını beş ayrı ölçümün ortalaması olarak belirleyiniz. A9 mutlak hatasını hesaplayınız.
2. Şeker eriyiği için deneyin B bölümünde bulduğunuz özgül döndürme değerini kullanarak (1) bağıntısından eriyiğin c konsantrasyonunu hesaplayınız.
3. Δc mutlak hata değerini hesaplayarak konsantrasyonu

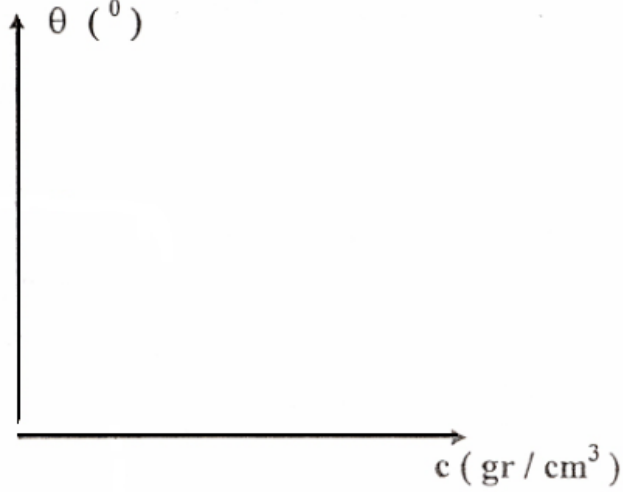
olarak veriniz.

$$c = c_{ort} \pm \Delta c$$

1 . Özgül Döndürme Ölçümleri:

Tablo 1. Polarimetre ile şeker eriyiğinin incelenmesi:

$\theta_1 (^{\circ})$	$\theta_2 (^{\circ})$	$(\theta_1 - \theta_2) (^{\circ})$	Eriyiğin döndürme yönü



$c \text{ (gr/cm}^3\text{)}$	$\theta_2 (^{\circ})$	$\theta (^{\circ})$

2. Konsantrasyon Hesabı:

$\theta_2 (^{\circ})$	$\theta (^{\circ})$	$c \text{ (gr/cm}^3\text{)}$

$l = \dots\dots\dots \text{ cm}$
 $\theta_{\text{ort}} \dots\dots\dots ^{\circ}$
 $c_{\text{ort}} = \dots\dots\dots \text{ gr/cm}^3$
 $\Delta c = \dots\dots\dots \text{ gr / cm}^3$
 $c = c_{\text{ort}} \pm \Delta c = \dots\dots\dots \text{ gr / cm}^3$

SORULAR

1. Katı cisimler ve optikçe aktif eriyikler için özgül döndürme ne demektir?
2. Optikçe aktif bir eriyiğin konsantrasyonu ile özgül kütlesi arasındaki ilişkiyi belirtiniz.
3. Analizörden sonra görülen bölgede farklı aydınlanmaların oluşumunu gerekli şekillerle açıklayınız. Şekil 2’de gözlenen duruma göre, aletin P_1 ve P_2 polarizörlerinin yerleşimleri nasıldır?
4. Bir eriyiğin konsantrasyonu ne demektir? 0.20 konsantrasyonu şeker eriyiğini nasıl hazırlarsınız?

DENEY 8

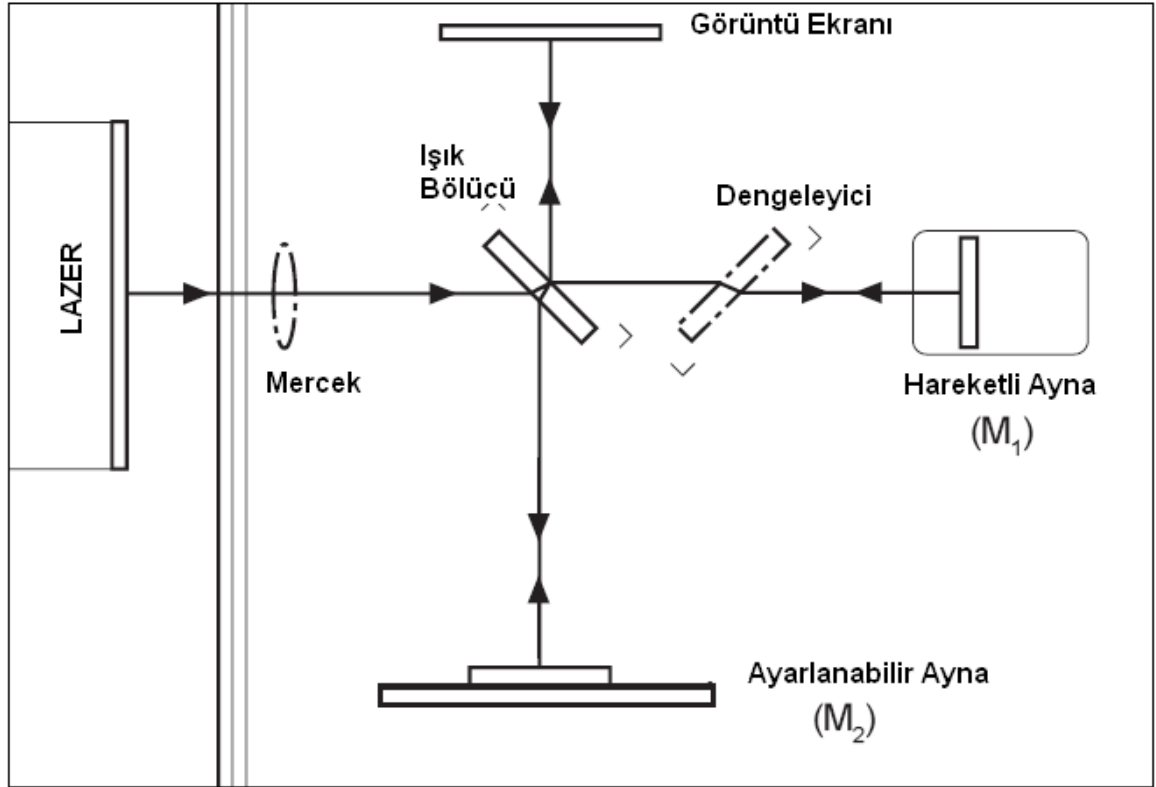
İNTERFEROMETRE DENEYİ

A - MICHELSON İNTERFEROMETRESİ

AMAÇ

Michelson interferometresi ile elde edilen girişim saçaklarının incelenmesi ve kullanılan ışık kaynağının dalgaboyunun belirlenmesi.

ÖN BİLGİ

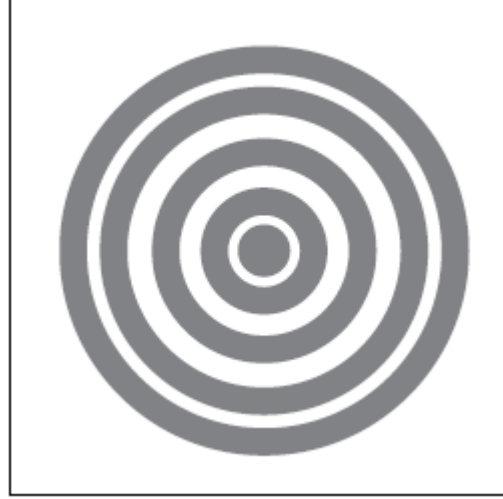


Şekil 1: Michelson İnterferometresi

Şekil - 1 Michelson İnterferometre diyagramını göstermektedir. Lazerden çıkan ana ışın, gelen ışığın % 50'sini yansıtan, diğer % 50'sini geçiren ışın bölücüye çarpar. Bu yüzden, geçen ışın iki ışına

ayrılır; bir ışın hareketli aynaya (M_1) doğru geçer, diğeri ayarlanabilir aynaya (M_2) doğru yansır. Her iki ayna ışığı doğrudan geri yönde ışın bölücüye yansır. M_1 'den yansıyan ışının yarısı ışın bölücüden geçerek görüntü ekranına ulaşır.

Bu yolla ana ışın bölünür ve oluşan ışınların parçaları tekrar bir araya getirilir. Işınlar aynı kaynaklı olduğu için fazları birbirleriyle ilişkilidir. Bir mercek, lazer kaynağı ile ışın bölücü arasına yerleştirildiğinde, ışın demetinin açılarak ilerlemesini ve görüntü ekranında karanlık ile aydınlık halkalardan oluşan girişim örneğinin büyümesini yani çok daha görünmesini (şekil - 2) sağlar.



Şekil - 2. Girişim Saçakları

Girişim yapan iki ışın başlangıçta aynı fazdadırlar. Ekranda herhangi bir noktada karşılaştıklarında onların gerçek fazı, o noktaya ulaştıkları optik yollarının uzunluk farkına bağlı olur.

M_1 'i hareket ettirmekle, bir ışının yol uzunluğu değiştirilebilir. Işın M_1 ve ışın bölücü arasındaki yolu geçtikten sonra, M_1 'i ışın bölücüye doğru $\lambda / 4$ kadar hareket ettirmek, bu ışının optik yol farkını $\lambda / 2$ kadar düşürür. Girişim desenindeki maksimum noktası düşer, böylece o maksimumun yerini şimdi minimum noktası alır. Eğer M_1 ışın bölücüye doğru $\lambda / 4$ kadar tekrar yaklaştırılacak olunursa, maksimum noktası tekrar düşürülecektir, böylece maksimum ve minimum arasında pozisyon değişimi olur, yani girişim desenimizde aydınlık ve karanlık saçaklar yer değiştirir.

Kullanılan ışık kaynağının dalgaboyu; $\lambda = 2d_m / m$ ile hesaplanabilir.

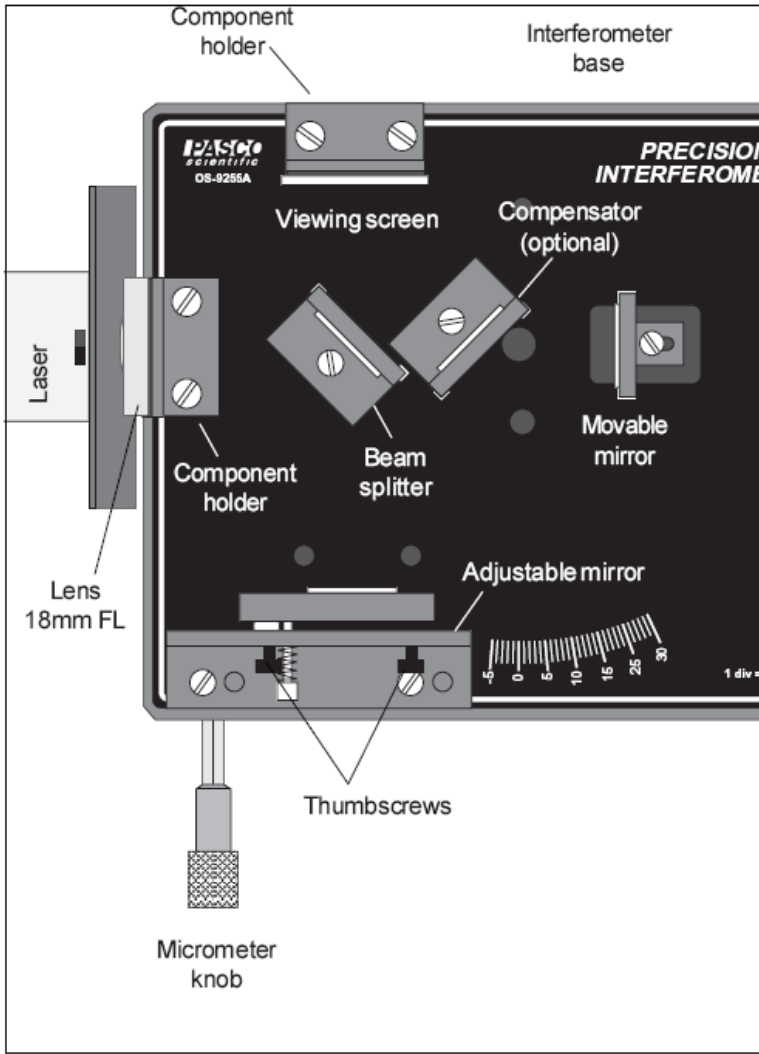
d_m = Aynanın aldığı mesafe

m = Saçak sayısı

Eğer ışığın dalgaboyu bilinirse, aynı işlem d_m 'i hesaplamak için kullanılabilir.

Girişim saçakları veren düzenekler 2 bölüme ayrılabilir. Birincisi Young düzeneği, Fresnel Çift Prizması ve Fresnel aynaları gibi dalga yüzeyi bölünmesine dayananlar; ikincisi Michelson İnterferometresi, Fabry-Perot İnterferometresi, Newton Halkaları düzeneği ve Hava Kaması gibi genlik bölünmesine dayananlardır. Michelson İnterferometresi iki demetle girişim veren düzenekler sınıfına girer.

Deney düzeneği Şekil-3'te görüldüğü gibi açıkça verilmiştir ve kullanılacak elemanlar düzenekte belirtilmiştir.



Interferometer base : İnterferometre Tabanı
 Component holder : Bileşen Tutucu
 Viewing screen : Görüntü Ekranı
 Lens 18 mm : 18 mm.lik mercek
 Beam splitter : Işın Bölücü
 Movable mirror : Hareketli Ayna
 Adjustable mirror : Ayarlanabilir Ayna
 Compensator(optinal) : Dengeleyici(isteğe bağlı)
 Micrometer knob : Mikrometre Ayar Düğmesi
 Thumbscrews: Ayar Vidaları

Şekil - 3. Michelson İnterferometresi Düzenegi

DENEYİN YAPILIŞI

BÖLÜM - 1. DALGABOYU HESAPLAMA

- Öncelikle dikkat edilmesi gereken nokta, lazerin düzeneğin tabanına paralel olup, kaynaktan çıkan ışının hareketli aynanın merkezine çarpması ve doğrudan geri lazer deliğine yansıması gerektiğidir.
- Işın bölücüyü lazer ışınına 45 0 olacak şekilde yerleştirin, böylece ışın ayarlanabilir aynadan yansıyacaktır. ışın bölücünün açısını gerektiği gibi ayarlayın ki, böylece yansıyan ışın ayarlanabilir aynanın merkezine yakın çarpsın.
- Görüntü ekranı üzerinde biri ayarlanabilir aynadan ve diğeri hareketli aynadan yansıyan 2 parlak nokta olmalıdır. ışın bölücünün açısını bu iki nokta birbirine mümkün olduğunca yakın olacak şekilde ayarlayın.
- Lazer ışık kaynağı kullanıldığı zaman, girişim saçakları oluşturmak için dengeleyiciye ihtiyaç yoktur. Bununla birlikte, kullanmak isterseniz, gösterildiği gibi ışın bölücüye dik olacak şekilde monte edilir.
- Gösterildiği gibi 18 mm.lik odak uzaklığına sahip mercek bileşen tutucuya tutturulup lazerin önüne yerleştirilmiştir. Birbirinden ayrılan ışın, ışın bölücüde merkezlenene kadar merceğin pozisyonunu ayarlayın. Şimdi görüntü ekranında dairesel saçaklar görmelisiniz. Görmezseniz, ayarlanabilir aynanın arkasındaki ayar çubuklarını kullanarak ve çok yavaş çevirmek koşuluyla girişim desenini elde etmeye çalışın.
- Deseni elde ettikten sonra hesaplama yapabilmek için ölçüm almadan önce;
 a) Mikrometre ile hareketli ayna arasındaki lineerliği sağlayabilmek için mikrometre ayar düğmesini tam bir tur çevirin (Çevirme işlemini saat yönünün tersine veya saat yönünde yapabilirsiniz. Ama deney

boyunca hassas bir ölçüm için aynı yönde çevirmeniz gerekmektedir. Mikrometre ayar düğmesini sağa doğru çevirdiğinizde ayna sağa, sola doğru çevirdiğinizde ayna sola doğru hareket edecektir) ve mikrometre ayar düğmesi üzerindeki değeri kaydedin.

b) Daha sonra girişim deseninizde kendinize bir referans noktası belirleyiniz (2. veya 3. karanlık noktası olabilir, merkezin dışında olması işinizi kolaylaştırabilir). Saçakları referans noktanızdan geçerken sayın. 20 saçak değişimine kadar mikrometre ayar düğmesini çevirin. Sayma işleminiz son bulunca mikrometre ayar düğmesi üzerindeki değere göre hareketli aynanın ışın bölücüye doğru aldığı "dm" mesafesini kaydedip aynanın ne kadar yol aldığını bulun. Bu saçak sayma işlemini en az 5 kere yapın ve size verilen formülü kullanarak dalgaboyu değerlerini bulup ortalamasını alın.

Bölüm - 2. Polarizasyon

- 1) Işın bölücü ve lazer arasına bir polarizör yerleştirin. Polarizörün birkaç açısı için deneme yapıp bunun girişim deseninin parlaklığını, netliğini nasıl değiştirdiğini inceleyin.
- 2) Polarizörü alıp hareketli veya ayarlanabilir aynanın önüne yerleştirin. Polarizörün birkaç açısı için deneme yapıp bunun girişim desenini değiştirip değiştirmediğine bakın.
- 3) Şimdi de hem ayarlanabilir aynanın önüne, hem de hareketli aynanın önüne polarizör yerleştirip etkileri not alın.

NOT: Deney sırasında özellikle unutulmaması gereken noktalar vardır; **birincisi** deney oldukça hassas bir özelliğe sahip. Girişim deseni, en ufak bir esintiden, gürültüden, deney düzeneğinin sarsılması, düzeneğin konulduğu bence yaslanılmasından ötürü bile görülmeyebilir. O yüzden bu konuda hassas davranılmalıdır. **İkinci** önemli nokta ise, "düzenekteki gereçlerin yüzeylerinin hiçbirine elle temas edilmemelidir, edilmesi halinde kesinlikle peçete veya kağıt gibi yüzeyi çizip zedelenmesine sebep olabilecek gereçlerle temizlenmeye kalkılmamalıdır.

B - FABRY - PEROT İNTERFEROMETRESİ

AMAÇ

Fabry - Perot İnterferometresi ile elde edilen girişim saçaklarının incelenmesi ve kullanılan ışık kaynağının dalgaboyunun belirlenmesi.

ÖN BİLGİ

Bu interferometre, daha çok yüksek ayırım gücüne sahip spektrometre için kullanılan önemli, modern bir düzenektir. Saçaklar Michelson İnterferometresinin saçaklarına göre daha keskin, daha ince ve daha aralıklıdır. Böylece dalgaboyundaki küçük farklılıklar tam anlamıyla incelenebilir. Bu interferometre aynı zamanda ışık amplifikasyonunun (ışığın yükseltilmesi) yer aldığı kaviteyi sağlaması açısından da önemlidir (laser oluşumu). Bütün aynalar tabana vidayla tutturulmuş, yansıtıcı düzeneğe sabitlenmiş konumda monte edildiğinden, 2 çeşit interferometre çalışma modu arasında değişim ve bileşenleri hizalamak oldukça basittir.

Fabry - Perot İnterferometresinde, iki ayna bir yansıtıcı kavite formunda birbirine paralel olacak şekilde ayarlanır. Her bir yansımada, her bir ışını bir dizi ışına ayıran, ışının bir bölümü iletilir. İletilen

ışınların hepsi tek bir ışıktan ayrıldığı için, aralarında sabit bir faz ilişkisi vardır (yeterince koherent bir ışık kaynağının kullanıldığı düşünülürse).

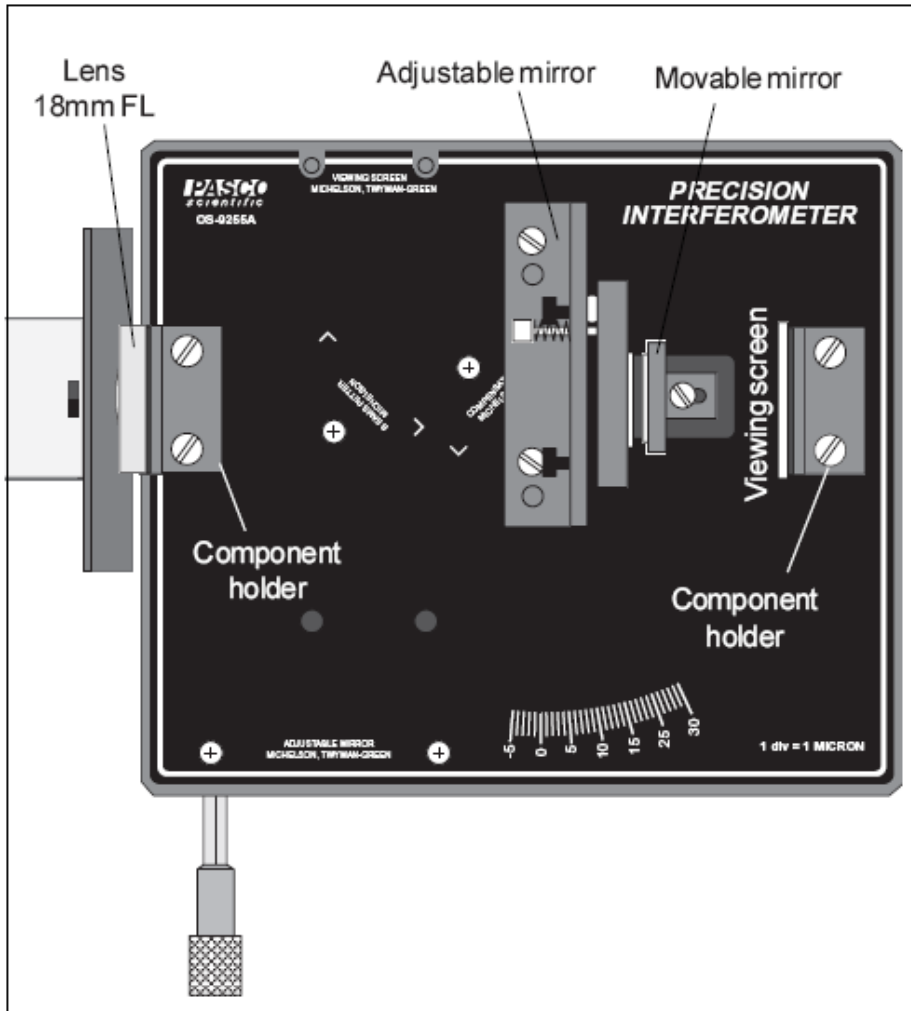
İletilen ışınlar arasındaki faz ilişkisi, her bir ışının kaviteye girdiği açıya ve iki ayna arasındaki uzaklığa bağlıdır. Sonuç, Michelson desenine benzeyen dairesel bir girişim saçığıdır, fakat bu desende saçıklar daha ince, daha parlak, ve çok daha geniş yer alırlar. Fabry - Perot saçıklarının keskinliği yüksek ayırım gücüne sahip spektroskopide bu interferometreyi önemli kılar.

Alet girişimölçer olarak kullanıldığında, aynalar arasındaki hava boşluğu genellikle birkaç milimetre ile birkaç santimetre arasındadır, lazer rezonans boşluğu olarak görev yaptığında çoğu kez bu daha uzundur. Boşluk, aynalardan birinin hareket ettirilmesiyle mekanik olarak değiştirilebilirse, alet bir girişimölçerdir. Belli bir açıda boşluğa gelen bütün ışınlar, düzgün ışımaya şiddetli tek bir dairesel saçık meydana getirir. Geniş dağınık bir kaynakla oluşan girişim deseni çok demetli geçirme desenine karşılık gelen dar, ortak merkezli halkalar olur.

Michelson İnterferometresinde olduğu gibi hareketli aynanın sabit aynadan uzaklaştırılması veya yaklaştırılması, girişim saçığını kaydırır. Ayna hareketi ışık kaynağının dalgaboyunun $1/2$ 'sine eşit olursa yeni girişim deseni, tıpkı orijinali gibi olur.

DENEYİN YAPILIŞI

Aşağıda verilen düzeneğe bakılarak düzenek kurulacaktır. Aynaların vidaları gevşetilirken ve yeniden takılırken aynalara dokunulmamalıdır. Ayrıca düzenekte gördüğünüz gibi hareketli ve ayarlanabilir ayna birbirine çok yakın monte ediliyor. Bu sırada aynaların yüzlerinin birbirine değmemesine özen gösterilmelidir. Bir başka önemli nokta ise ölçüm alırken karşınıza çıkacaktır. İzlenecek yol Michelson deneyiyle aynıdır. Yalnız, mikrometre ayar düğmesini çevirmeyeyle ilgili bir hatırlatma yapılmalıdır. Mikrometre ayar düğmesini sağa çevirdiğinizde ayna sağa, sola çevirdiğinizde ise ayna sola doğru hareket edecektir. Aynaların birbirine çok yakın olduğu göz önünde bulundurularak mikrometre ayar düğmesi sağa doğru çevrilmelidir ki, aynalar birbirine doğru hareket etmesinler. Tabi ki ölçüm almadan önce yine mikrometrenin ayar düğmesini sağa doğru bir tam devir çevirmeyi unutmayın.



Burada yapılan aynı işlemlerden sonra yine aynı formülü kullanarak ortalama dalgaboyunu hesaplayın.

Component holder: Bileşen Tutucu

Viewing screen : Görüntü Ekranı

Lens 18 mm : 18 mm.lik mercek

Movable mirror: Hareketli Ayna

Adjustable mirror: Ayarlanabilir Ayna

Şekil - 4. Fabry - Perot İnterferometresi Düzeneği

→ Son olarak her iki İnterferometre düzeneğinden elde ettiğiniz dalgaboylarının ortalamasını alın ve kullandığınız kaynağın dalgaboyuna bakarak hata hesabını yapınız.