

MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ FİZİK BÖLÜMÜ
OPTİK LABORATUVARI DENEY FÖYÜ

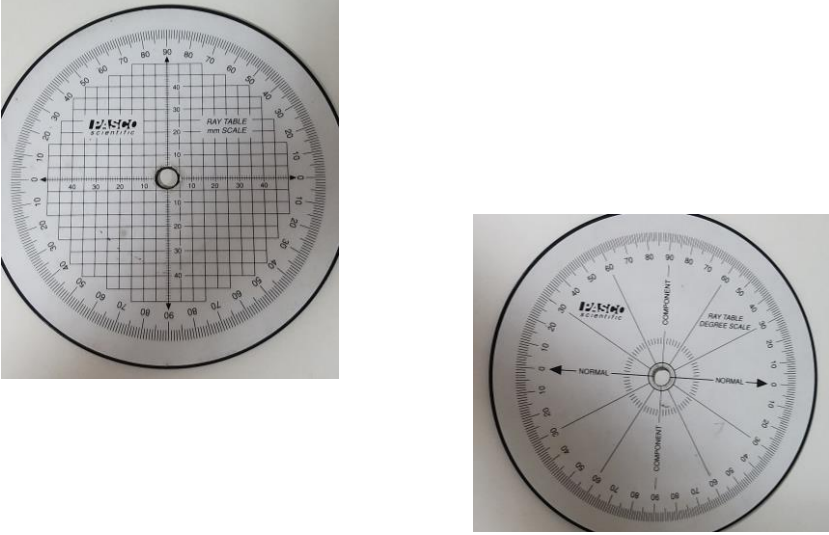
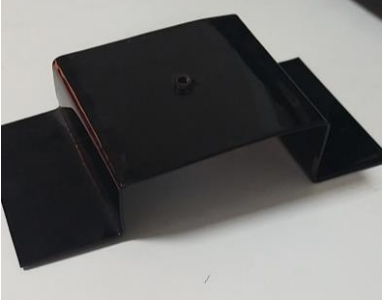
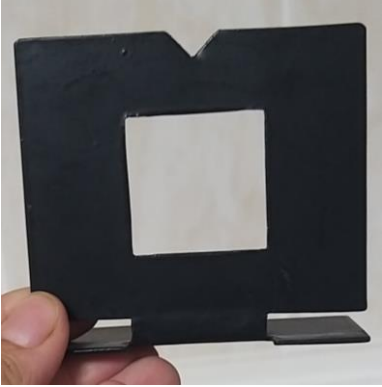
ÖĞRENCİ BİLGİSİ

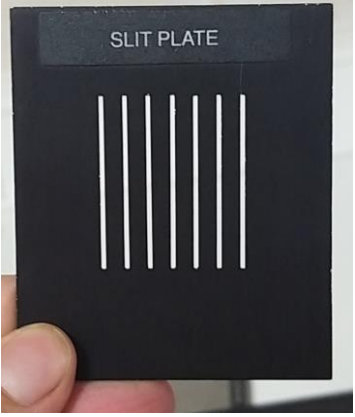
ADI- SOYADI:

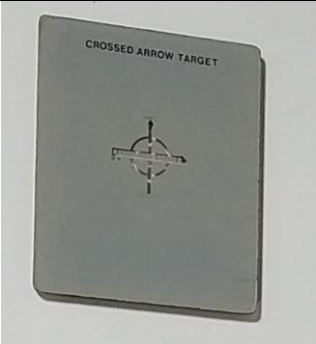
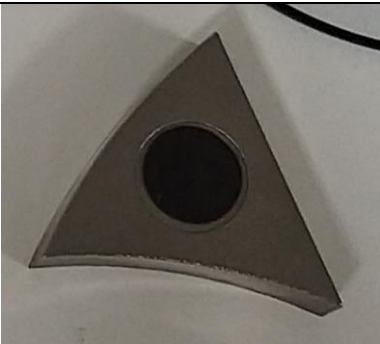
NUMARASI:

DENEY 1	YANSIMA YASASI
DENEY 2	DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU
DENEY 3	KIRILMA
DENEY 4	TERSİNİRLİK
DENEY 5	DAĞINIM VE TAM İÇ YANSIMA
DENEY 6	KUTUPLANMA
DENEY 7	IŞIK VE RENK
DENEY 8	SİLİNDİRİK AYNALARDA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU
DENEY 9	SİLİNDİRİK MERCEKLERDE GÖRÜNTÜ VE CİSİM BAĞINTILARI
DENEY 10	YAKINSAK MERCEKLERDE GÖRÜNTÜ VE CİSİM BAĞINTILARI

DENEYLERDE KULLANILAN MALZEMELER:

	Işın Tablası
	Işık kaynağı ve optik bench
	Işın tablası tabanı
	Eleman tutucu

	Yarık levhası
	Tek bir ışık ışını elde etmek için kullanılan plakalarımız
	Paralel ışın merceği
	Filtreler

		Silindirik mercek
		Çarpı hedef
		Mercekler
		Ayna (Düzlem, Konkav, Konveks)
		Polarizör

DENEY 1

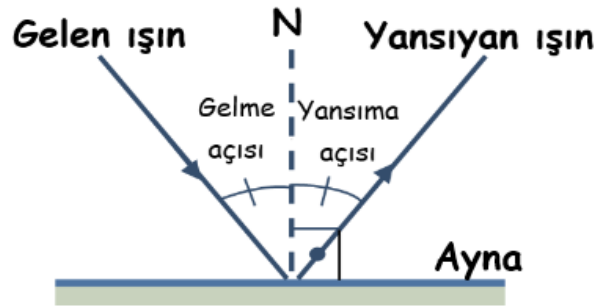
DENEYİN ADI: YANSIMA YASASI

DENEYİN AMACI: Bir düzlem aynada yansıma yasasının doğrulanması.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench (banko), ışık kaynağı, ışın tablası, yarıklı levhası, yarıklı maskesi, ışın optik aynası, eleman tutucu.

TEORİK BİLGİ:

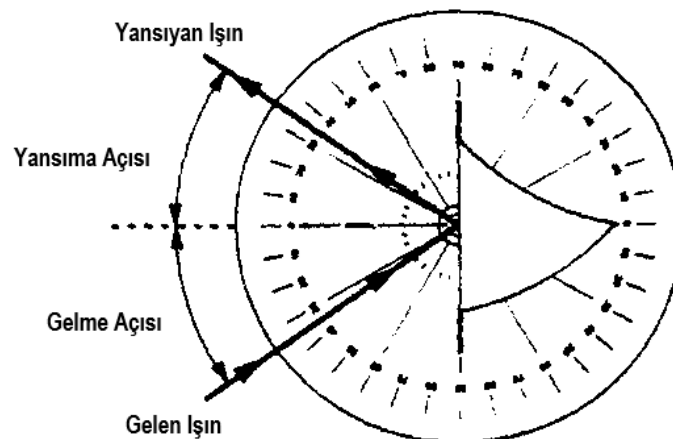
Herhangi bir yüzeyi çok iyi parlatılmış düzlem parçasına düzlem ayna denir. Aynaların arka yüzleri ise, civa ve kalay karışımı ile kaplanır. Bir ışık kaynağından bir yüzeye gelen ışığın doğrultusunu değiştirip geldiği ortama geri dönmesine yansıma denilmektedir. Pürüzlü yüzeyler ışığı dağınık olarak, düzgün ve parlak yüzeyler ise ışığı düzgün olarak yansıtırlar.



Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi; gelen ışığın aynaya değdiği noktadan, aynaya çizilen dik doğruya normal (N) denir. Burada aynaya gelen ışına, gelen ışın yansıyan ışına ise yansıyan ışın denir. Normal ile gelen ışın arasında bulunan açıya gelme açısı, normal ile yansıyan ışın arasındaki açıya yansıma açısı denir. Eğer aynaya gelen ışın, normal doğrultusunda ise ışın kendi üzerinden geri yansır. Yansıma olayında değişmeyen bazı kuralları vardır. Bunlar yansıma yasaları olarak bilinirler. Yansıma yasaları kısaca şöyle ifade edilebilir:

- Gelen ışın, yansıyan ışın ve normal ışın aynı düzlemde bulunurlar.
- Gelen ışının normal ile yaptığı açı yansıyan ışının normal ışın ile yaptığı açıya eşittir.

Bir durumun temelini teşkil eden esas ilkeleri belirlemek için, o durumun olası en basit



Şekil 1.2 Gelen ve Yansıyan Işıklar.

Işın Tablasını döndürerek, Tablo 1.1' de gösterilen değerlerin her birisi için gelme açısını ayarlayınız. Her bir gelme açısı için yansıma açısını (Yansıma₁) kaydediniz. Normalin diğer tarafından gelen ışınlarla ölçümlerinizi (Yansıma₂ olarak) tekrarlayınız.

Tablo 1. 1 Veriler

Gelme Açısı	Yansıma ₁ Açısı	Yansıma ₂ Açısı
0°		
10°		
20°		
30°		
40°		
50°		
60°		
70°		
80°		
90°		

SORULAR

1. Her iki ölçüm için de sonuçlar aynı mıdır? Eğer aynı değilse bu farklılığın nedenini nasıl açıklarsanız?
2. Yansıma yasasının bir kısmı; gelen ışının, normalin ve yansıyan ışının tümünün aynı düzlemde bulunduğunu ifade eder. Sizin yaptığınız deneyde bu durumun nasıl gösterileceğini tartışınız.
3. Gelme açısı ve yansıma açısı arasındaki bağıntı nedir?
4. Yansıma Yasası iki kısımdan oluşur. Her iki kısmı ifade ediniz.
5. Işıklar, ayna yüzeyinin normalinin her iki tarafına da gelirken yansıma açısını ölçmeniz istendi. Bu durumun kanıtladığı yararlar nelerdir?
6. Fizikçiler, tam bir yasanın geçerliliğinin kanıtlanabilir olmasına ilişkin doğruluğu artırma girişimlerinde büyük bir enerji harcarlar. Yansıma Yasasını, yaptığınız deneydekenden daha büyük bir doğruluk seviyesi ile nasıl test edebilirsiniz?

DENEY 2

DENEYİN ADI: DÜZLEM AYNADA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

DENEYİN AMACI: Düzlem aynada oluşan görüntünün incelenmesi.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench (banko), ışık kaynağı, ışın tablası, yarı levhası, eleman tutucu, ışın optik aynası, A4 kâğıt.

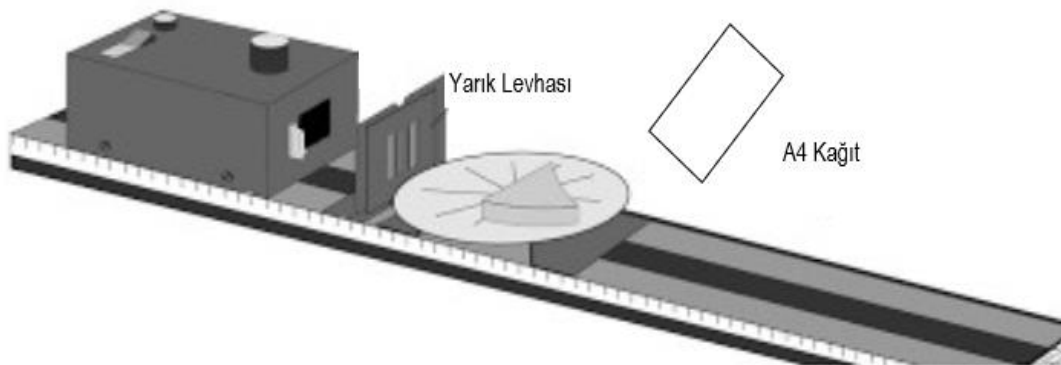
TEORİK BİLGİ:

Herhangi bir şekle sahip aynadan yansıma ile meydana getirilen görüntünün şekli ve yeri, birkaç basit ilke ile belirlenir. Bu ilkelerden birisi: ışığın bir doğru boyunca yayılmasıdır. Bu deneyde kalan diğer ilkeleri öğrenme fırsatına sahip olacağız.

Bir aynaya bakmanız ve hemen kendinizin tam bir görüntüsünü görmeniz basit fizik ilkelerinin bir sonucudur. Aynada gördüğünüz görüntünüzün doğası Yansıma Yasası ve ışığın doğrusal olarak yayılması ilkeleri cinsinden anlaşılabilir.

Bu deneyde, bir düzlem aynadan yansıyan görüntünün yerinin, cismin yeri ile nasıl ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin incelediğiniz temel ilkelerin nasıl doğrudan bir sonucu olduğunu inceleyeceksiniz.

DENEYİN YAPILIŞI:



Şekil 1.3 Deney düzeneği.

Şekil 1.3’de gösterildiği gibi deney düzeneğini kurunuz. Keskin ve kolaylıkla

görülebilen ışınlar için yarıklı levhası ve ışık kaynağını ayarlayınız. Işın tablası üzerine beyaz boş bir sayfa koyunuz ve bu sayfanın üstüne ışın optik aynasını yerleştiriniz. Tüm ışık ışınları aynanın düzlem yüzeyinden yansıyacak şekilde aynanın konumunu ayarlayınız. Aynanın düzlem yüzeyinin konumunu işaretlemek üzere kâğıt üstüne bir çizgi çizin.

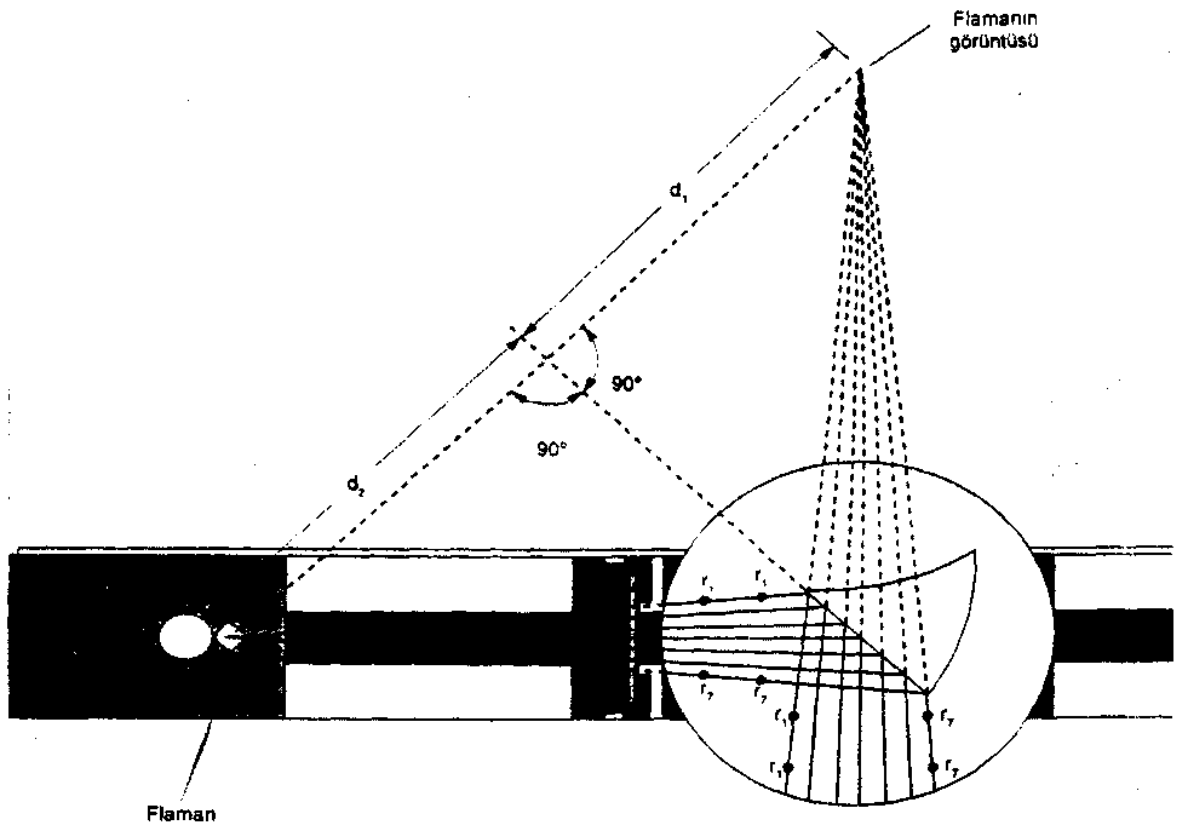
Yansıyan ışınların çizgisi boyunca aynanın içine bakarsanız, yarıklı levhasının görüntüsünü eğer yarıklar boyunca bakarsanız, ışık kaynağının flamanının görüntüsünü görebilirsiniz (Bunu yapmak için aynayı döndürünüz).

Işınlar, ayna içinde bir doğru çizgiyi izler gibi mi görünüyorlar?

Bir kalem ile gelen ve yansıyan ışınların her birinin bir kenarı boyunca iki nokta işaretleyiniz. Bu noktaları ($r_1, r_2, \dots, r_n$) ile gösteriniz, böylece hangi noktaların hangi ışına ait olduğunu bilirsiniz.

Kâğıdı yerinden alınız ve bir kalem ve cetvel kullanarak Şekil 1.4' de gösterildiği gibi ışınları yeniden çizin. Eğer gerekli olursa ek bir sayfayı bantlayınız. Gelen ve yansıyan ışınları uzatmak için noktalı çizgiler çizin.

Yaptığınız çizimde, flamanın konumunu ve onun yansımış görüntüsünün konumunu işaretleyiniz.



Şekil 1.4 Işın izleme.

Flamandan ayna düzlemine olan düşey uzaklık (Şekil 1.4' de d ile gösterilen uzaklık) nedir?

Flamanın görüntüsünden ayna düzlemine olan düşey uzaklık (Şekilde f_i , f_e ile gösterilen uzaklık) nedir?

Aynanın ve Işık Kaynağının yerlerini değiştiriniz ve deneyi tekrarlayınız.

Bir düzlem aynadaki yansıma için cismin ve görüntünün yerleri arasındaki bağıntı nedir?

SORULAR

1. Günümüzde düzlem ayna nerelerde kullanılmaktadır? Araştırıp, örneklerle açıklayınız
2. Bir odanın bir duvarının tamamında büyük, düzlem bir ayna bulunursa, bu oda gerçekte olduğundan ne kadar daha büyük görünür?
- 3.
4. Bir düzlem aynadan yansıyan F harfinin görüntüsünün neden ters çevrildiğini gösteren bir diyagram çiziniz (F harfi üzerindeki her bir köşeyi ışık kaynağı olarak ele alınız. F' nin görüntüsünü oluşturmak amacıyla her bir kaynak için görüntüyü çiziniz).
5. Düzlem aynadan yansıyan görüntünün boyu, cismin boyu ile nasıl ilişkilidir?

DENEY 3

DENEYİN ADI: KIRILMA YASASI

DENEYİN AMACI: Bir silindirik mercek aracılığıyla Kırılma Yasasının doğrulanması.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench (banko), ışın tablası, yarıklı levhası, silindirik mercek, ışık kaynağı, eleman tutucu, yarıklı maskesi.

TEORİK BİLGİ:

Işığın yayılma doğrultusu, ışık yansıtıcı bir yüzeyle karşılaştığında aniden değişir. Hava ve akrilik arasında veya cam ve su arasında olduğu gibi iki farklı yayılma ortamı arasındaki sınırı geçen ışığın doğrultusu da aniden değişir. Bu durumda doğrultu değişimi kırılma olarak adlandırılır.

Yansımada olduğu gibi basit bir yasa, kırılan ışının davranışını karakterize eder. Snell Yasası olarak da bilinen Kırılma Yasasına göre:

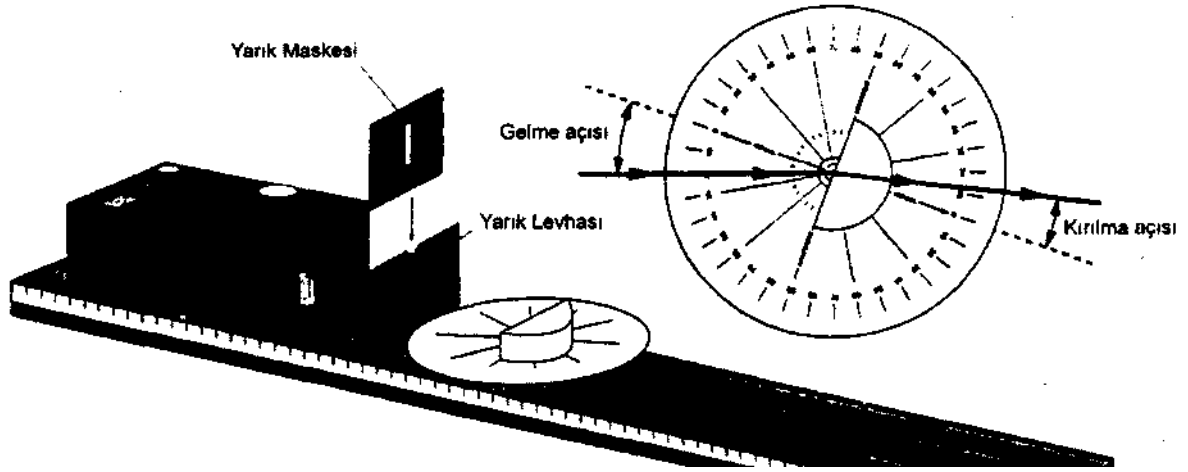
$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Burada n_1 ve n_2 nicelikleri sabitlerdir ve ışığın içinden geçtiği iki ortama bağlı olan kırılma indisleri olarak adlandırılırlar. θ_1 ve θ_2 açıları ise, iki ortam arasındaki sınırın normali ile ışık ışınlarının yaptığı açılardır (Şekil 2.1' e bakınız). Bu deneyde bu yasanın geçerliliğini test edeceksiniz ve aynı zamanda akrilik için kırılma indisini ölçeceksiniz.

DENEYİN YAPILIŞI:

Düzenegi Şekil 2.1 de gösterildiği gibi kurun. Tek bir ışık ışını doğrudan ışın tablası derece ölçeğinin merkezinden geçecek şekilde deney elemanlarını ayarlayınız. Silindirik merceğin düz yüzeyi "Component" ile işaretlenmiş hat ile aynı doğrultuda olsun. Mercek düzgün yönlendiğinde derece ölçeğinin merkezinden uzanan radyal çizgilerin tümü, merceğin dairesel yüzeyine daima dik olacaktır.

Merceğin yönelimini bozmamaya dikkat ederek Işın Tablasını döndürünüz ve çeşitli gelme açısı değerleri için kırılan ışını gözleyiniz.



Şekil 2.1 Deney düzeneği.

1. Işın, merceğin düzlem yüzeyine dik olarak merceğin içinden geçerken bükülmekte midir?
2. Işın, merceğin eğri yüzeyine dik olarak mercekten dışarı doğru çıkarken bükülmekte midir?

Işın Tablasını döndürerek, Tablo 2.1' de gösterilen değerlerin her birisi için gelme açısını ayarlayınız. Her bir gelme açısı için kırılma açısını ($Kırılma_1$) ölçünüz. Normalin diğer tarafından gelen ışınlarla ölçümü ($Kırılma_2$ olarak) tekrarlayınız.

Tablo 2.1 Veriler

Gelme açısı	$Kırılma_1$ açısı	$Kırılma_2$ açısı
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		

3. Her iki takım için ölçüm sonuçlarınız aynı mı? Eğer değilse, farklılığın nedeni ne olabilir?

Ayrı bir kağıt üzerine, x-ekseninde kırılma açısının sinüsü ve y-ekseninde de gelme açısının sinüsü olacak şekilde bir grafik çizin. İki takım halindeki verilerinizin her birisi için en iyi uyan düzgün çizgiyi çizin.

4. Grafiğiniz Kırılma Yasası ile uyumakta mıdır? Açıklayınız.
5. Çizdiğiniz grafikteki en iyi uyan çizgilerin eğimini ölçünüz. Akrilik için kırılma indisini belirlemek üzere sonuçlarınızın ortalamasını alınız (hava için kırılma indisinin 1'e eşit olduğunu varsayınız).

$$n = ?$$

SORULAR

1. Deneyi yaparken, büyük gelme açısı değerleri için kırılma açısının ölçümünde karşılaştığınız zorluklar nelerdir?
2. Işınlardan tümü kırılmakta mıdır? Işınlardan bazıları yansımakta mıdır? Silindirik Merceklerin sıralanmasını test etmek için Yansıma Yasasını nasıl kullanabilirsiniz?
3. Normalin her iki tarafından gelen ışınlarla alınan ölçüm sonuçlarının ortalaması, sonuçların doğruluğunu nasıl artırmaktadır?

DENEY 4

DENEY: TERSİNİRLİK

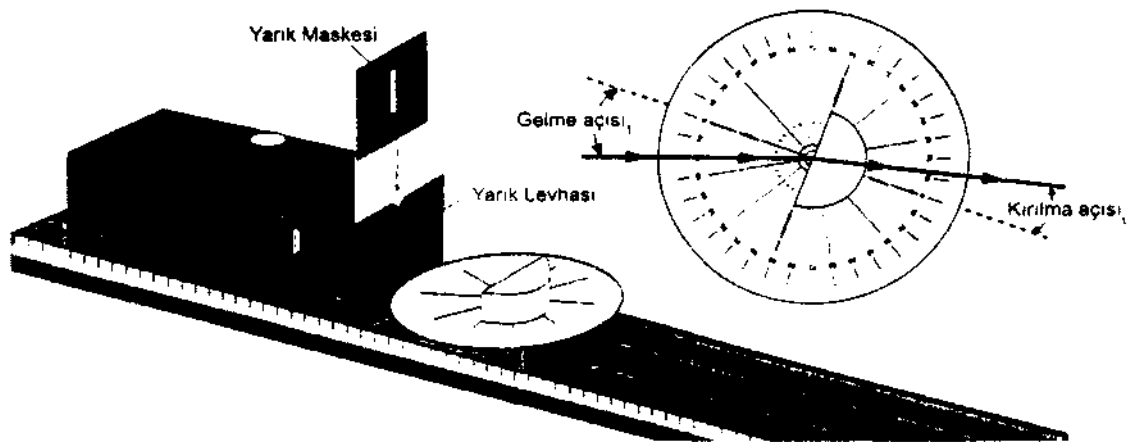
DENEYİN AMACI: Yansımada olduğu gibi kırılmada da tersinirlik olduğunu görmek.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench, ışın tablası ve tabanı, yarıklı levhası, silindirik mercek, ışık kaynağı, eleman tutucu, yarıklı maskesi.

TEORİK BİLGİ:

Kırıcı bir yüzeye gelen ışık demetinin izlediği yol tersinirdir. Yani kırıcı yüzeyden kırılan ikinci ortamdaki ışığın yönü ters çevrilirse, ışın birinci ortama aynı yolu izleyerek geri girecektir. Bunu yansıma kanunlarındaki tersinirliğe benzetebiliriz.

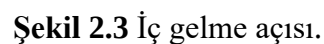
Hava ortamından gelerek optik olarak daha yoğun olan başka bir ortama (silindirik mercek) giren ışık için gelme açısı ile kırılma açısı arasında var olan bağıntıyı Kırılma Yasası Deneyinde hesapladınız. Geriye önemli bir sorunun cevabının bulunması kalmaktadır. Işık optik olarak daha yoğun bir ortamdan çıkıp havaya geri girerken gelme ve kırılma açıları arasındaki bağıntı Kırılma Yasası deneyi ile aynı mı kalmaktadır? Yani; Işığın içinden geçtiği ortamların sırası yer değiştirirse kırılma kanunu yine aynı kalır mı? Bunu şöyle de sorabiliriz: Eğer ışık Kırılma Yasası ile zıt yönde hareket ederse kırılma kanunu aynı mı yoksa farklı mı olur? Ayna yansıma kanunlarından olan tersinirlik, kırılma kanunlarında da geçerli midir? Deneyde bu sorunun cevabını bulacaksınız.



Şekil 2.2 Deney düzeneği

Düzenegi Şekil 2.2 de gösterildiği gibi kurunuz. Tek bir ışık demeti doğrudan ışın tablası derece ölçeğinin merkezinden geçecek şekilde deney elemanlarını ayarlayınız. Silindirik merceğin düz yüzeyi "Component" ile işaretlenmiş hat ile aynı doğrultuda olsun. Mercek düzgün yöneldiğinde derece ölçeğinin merkezinden uzanan radyal çizgiler, merceğin dairesel yüzeyine daima dik olacaktır.

Şimdi de gelen ışının merceğin yassı yüzeyi üzerine düşmesini sağlamak için ışın tablasını tam 180° döndürünüz. Silindirik merceğin düz yüzeyi için Gelme iç açısı Şekil 7.2 de gösterilmiştir. Bu gelme açısını daha önce tabloya kaydettiğiniz Gelme₂ değerine ayarlayınız. Buna karşılık gelen Kırılma açısını (Kırılma₂) tabloya kaydediniz.



1. Gelme₁ ve Kırılma₁ açıları için elde ettiğiniz değerleri kullanarak silindirik merceğin üretildiği malzeme olan acrylic'in kırılma indisini hesaplayınız. (hava için kırılma indisinin $n=1$ olduğunu kabul ediniz.)
2. Şimdi de Gelme₂ ve Kırılma₂ açıları için elde ettiğiniz değerleri kullanarak silindirik merceğin imal malzemesi acrylic' in kırılma indisini yeniden hesaplayınız.
3. Optik olarak farklı yoğunluktaki iki ortamdan zıt yönlerde geçen iki ışın için kırılma kanunları aynı mıdır?

4. Ayrı bir kağıt üzerine bir ışık demetinin silindirik merceğe girişini ve çıkışını gösteren bir diyagram çiziniz. Demetin geçtiği yüzeyler için Gelme₁ ve Kırılma₁ açılarını gösteriniz. Demetin ilerleme yönünü belirtmek için ok başı sembolü kullanınız. Şimdi de ışın üzerindeki okları ters çevirin. Demetin geçtiği yüzeyler için Gelme₂ ve Kırılma₂ açılarını gösterin. Yeni Gelme₂ ve Kırılma₂ açılarının kırılma kanunu ile yine uyumlu olduğunu gösteriniz.
5. Optik tersinirlik kuralı kırılmada olduğu gibi yansıma için de geçerli midir? Açıklayınız.

Tablo 2.2 Veriler

DÜZ YÜZEY İÇİN		YASSI YÜZEY İÇİN	
Gelme ₁	Kırılma ₁	Gelme ₂	Kırılma ₂
0°			
10°			
20°			
30°			
40°			
50°			
60°			
70°			
80°			
90°			

DENEY 5

DENEYİN ADI: DAĞINIM VE TAM İÇ YANSIMA

DENEYİN AMACI: Bir silindirik mercek yardımıyla dağınım ve tam iç yansıma olaylarını incelemek.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench, ışın tablası ve tabanı, yarık levhası, silindirik mercek, ekran, ışık kaynağı, eleman tutucu, yarık maskesi.

TEORİK BİLGİ:

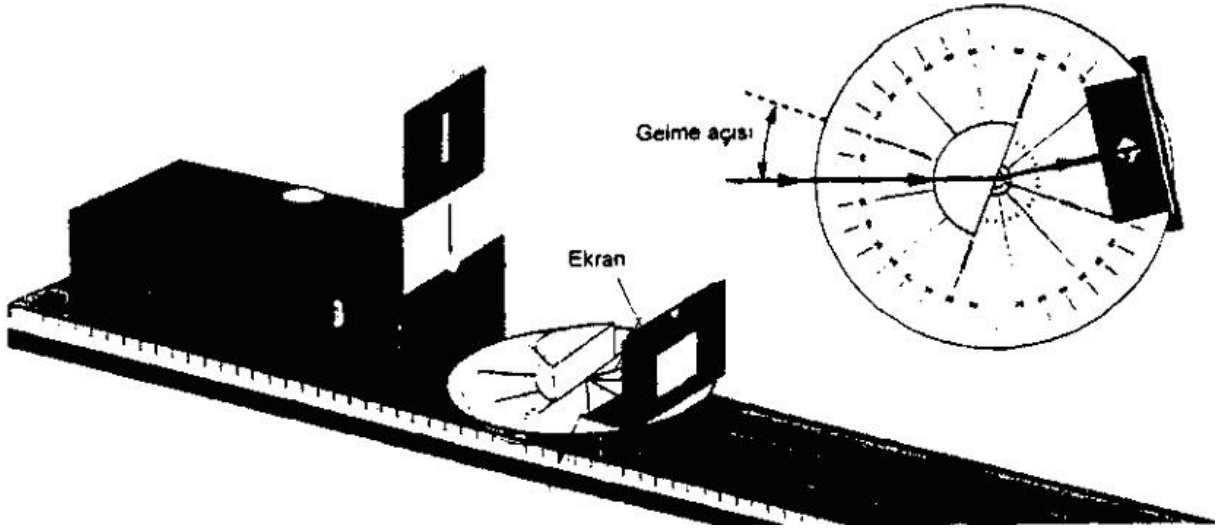
Monokromatik (tek renkli veya tek dalgaboylu) ışığın kırılmasının davranışını Snell Kanunlarıyla izah etmiştik. Eğer ışık monokromatik değilse kırılma davranışı biraz farklıdır. Maddelerin kırılma indisleri ışığın dalga boyuyla ters orantılı olarak değişmektedir. Bu nedenle görünür bölge dalgaboylarına karşılık gelen bütün renkleri içinde ihtiva eden beyaz ışık kırılmaya uğradığında, farklı dalga boylarındaki renkler, farklı kırılma açılarına sahip olacaktır. Görünür bölgede en büyük dalgaboyuna sahip kırmızı ışık en az sapacak; en küçük dalgaboylu mor ışık en çok sapacaktır. Yani beyaz ışık *bileşenlerine ayrılmıştır* veya *dağınıma* uğramıştır.

Tam iç yansıma olayı ise, ışık sadece belli kırılma indisli bir ortamdan daha düşük kırılma indisli bir ortama geçerken ortaya çıkar. Kritik açı denilen, özel bir θ_c geliş açısında, kırılan ışın sınıra paralel olarak hareket edecek ve böylece $\theta_2 = 90^\circ$ olacaktır. θ_c 'den daha büyük olan gelme açılan için demet tamamıyla sınırdan yansıtılır. Snell yasasından sınır açısı için:

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 > n_2)$$

elde edilir.

DENEYİN YAPILIŞI:



Şekil 3.1 Deney düzeneği

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi tek bir ışık demeti silindirik merceğin yassı yüzeyine gelecek şekilde düzeneği kurun.

Dağınım

Merceğin düz yüzeyine düşen ışının gelme açısı sıfır derece olacak şekilde ışın tablasını ayarlayın. Kırılan ışın ekranda görülebilecek şekilde ışın tablası tutucusunu ayarlayın.

Gelme açısını yavaşça artırırken ekran üzerinde kırılan ışını gözleyin.

1. Kırılan ışının renklerine ayrılışını fark etmeye başladığınız kırılma açısı kaç derecedir?
2. Renk dağılımı en büyük olan kırılma açısı kaç derecedir?
3. Kırılan ışında hangi renkleri görüyorsunuz? (Kırılma açısı en küçükten en büyüğe doğru olacak şekilde sıralayınız)
4. Kırmızı ve mavi ışık için acrylic' in kırılma indisini bulun.

$$(n_{acrylic} \sin \theta_{acrylic} = n_{hava} \sin \theta_{hava})$$

NOT: Işığın farklı renkleri biraz farklı açılarda kırılır. Böylece farklı kırılma indislerine sahiptirler.

$$n_{kırmızı} =$$

$$n_{mavi} =$$

Tam İç Yansıma:

Silindirik mercek veya ışın tablası hareketsiz iken gelen ışının bir kısmının kırıldığına diğerk kısmının yansıdığına dikkat edin.

1. Birincil yansıma merceğın hangi yüzeyinde meydana gelir?
2. Bütün gelme açıları için yansıma var mıdır?
(zayıf ışınları yakalamak için ekranı kullanınız.)
3. Yansıyan ışınlar yansıma kanunlarına uyuyorlar mı?
4. Bütün gelme açıları için kırılma var mıdır?
5. Yansıyan ve kırılan ışınların yoğunluğu gelme açısıyla nasıl değışir?
6. Işının hepsinin yansıtıldığı kırılma açısı kaç derecedir?

DENEY 6

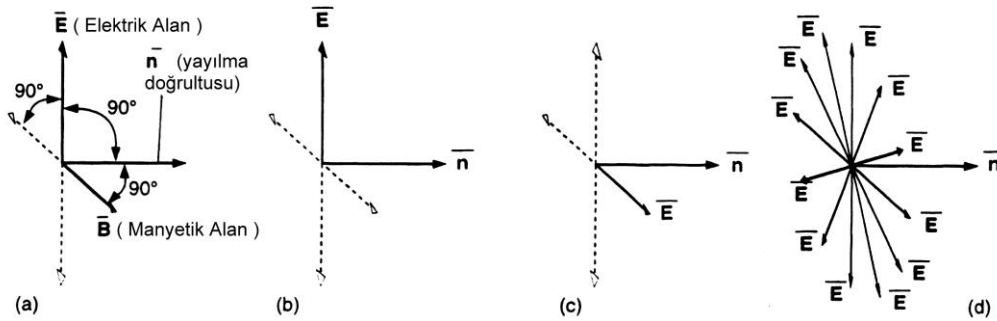
DENEYİN ADI: KUTUPLANMA

DENEYİN AMACI: Işığın yayılma ve kutuplanma özelliklerinin incelenmesi.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik Bench, Kutuplayıcılar (2), Silindirik Mercek, Yarık Levhası, Işın Tablası ve Tabanı, Yarık Maskesi, Kırınım Skalası, Çarpı Hedef, Işık Kaynağı, Eleman Tutucu (3), Işın Tablası Eleman Tutucusu.

TEORİK BİLGİ:

Işık bir enine dalgadır. Bu Şekil 4.1(a)'da görüldüğü üzere ışığı oluşturan elektromanyetik dalgalanma yayılma doğrultusuna dik bir doğrultudadır. Işık için kutuplanma (polarizasyon), elektromanyetik karışıklıktaki elektriksel alanın konumunu ima eder. Manyetik alan elektriksel alana daima diktir. Şekil 4.1(b) ve Şekil 4.1(c) sırasıyla dikey ve yatay polarizasyonu göstermektedir.



Şekil 4.1 Işığın polarizasyonu.

Sıradan bir ışık kaynağı rastgele yönelmiş çok sayıda atom yayınlayıcılarından meydana gelir. Uyarılan her atom yaklaşık 10^{-8} saniyede kutuplu bir dalga paketi ışıması yapar. Aynı frekanslı bütün bu ışımlar birleşerek 10^{-8} saniyeden daha uzun sürmeyen kutuplanmış tek bir bileşke dalga meydana getirirler. Yeni dalga paketleri yayımlandıkça bileşke dalganın kutuplanma durumu önceden tahmin edilemeyecek biçimde değişir. Tek bir bileşke kutuplanma durumu belirlenemeyecek kadar bu değişimler hızlı ise, dalgaya **doğal ışık** olarak bakılır. Bu, aynı zamanda *kutupsuz ışık* olarak da bilinir. Fakat bu bir bakıma

yanlış kullanmadır. Çünkü doğal ışık gerçekte birbirini artarda izleyen çok hızlı değişen farklı kutuplanma durumlarından meydana gelir.

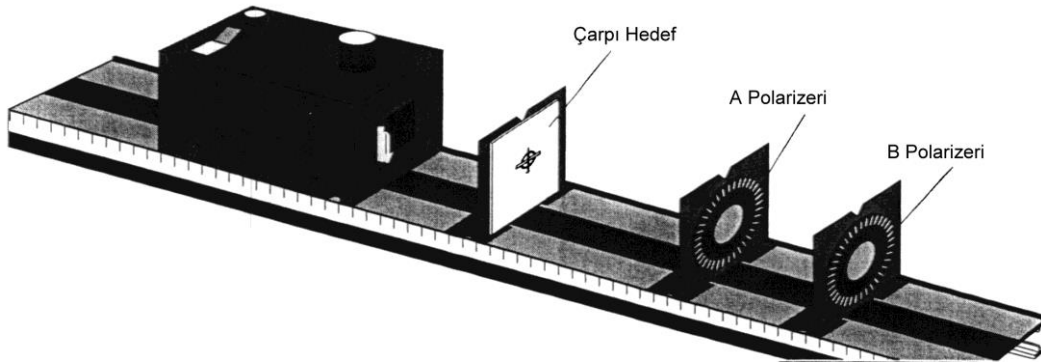
Matematiksel olarak doğal ışık, *fazları uyumsuz*, birbirine dik, eşit genlikli, doğrusal kutuplu herhangi iki dalga (yani bağıl faz farkı hızla ve rastgele değişen dalgalar) ile temsil edilebilir.

İdeal tekrenkli bir düzlem dalga sonsuz bir dalga paketi şeklinde gösterilebilir. Dalgayı oluşturan değişim, yayılma doğrultusuna dik, iki ortogonal bileşene ayrılabilirse, onların da aynı frekanslı olması, sonsuza uzanması ve bu nedenle de faz uyumlu olmaları gerekir. Başka bir deyişle, *kusursuz tekrenkli bir düzlem dalga daima kutupludur*.

Aynı akkor (doğal) ışık kaynağından çıkan ışıktaki olduğu gibi deneyde kullandığımız ışık kaynağında da zamanla polarizasyon yönü çok çabuk değiştiği için gelişi güzel kutuplanma oluşur. Bu da Şekil 4.1 'de gösterilmiştir.

Bizim optik araçlarımız, kutuplayıcı skalasında 180 ve 0 ile tanımlanmış düzlem boyunca, sadece kutuplanmış ışığı geçiren iki tane kutuplayıcı içermektedir. Herhangi diğer bir düzlem boyunca kutuplanmış ışık kutuplayıcı tarafından absorbe edilir. Bundan dolayı eğer rastgele kutuplanmış ışık kutuplayıcının içinden geçerek düzlem kutuplanmış olur.

Bu deneyde kutuplayıcıları, kutuplanmış ışığın doğasını açıklamak için kullanacağız.



Şekil 4.2 Deney Düzenegi.

DENEYİN YAPILIŞI

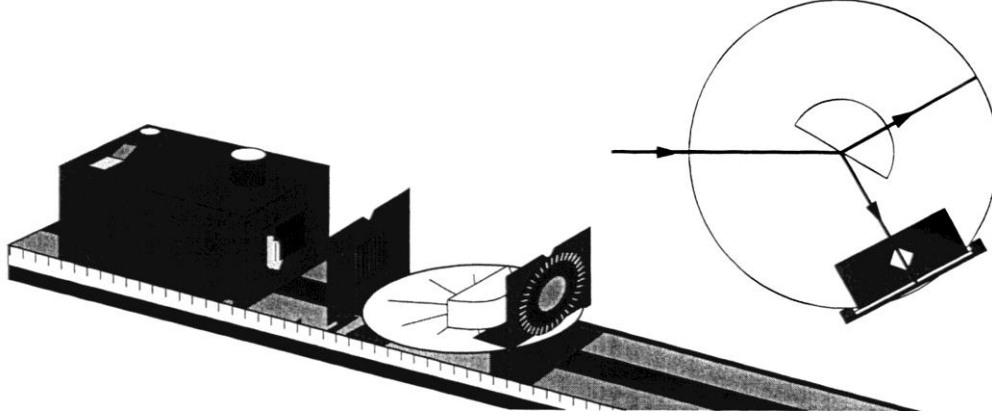
Şekil 4.2' deki düzenegi kurun, ışık kaynağını açın ve kutuplayıcıları hareket ettirerek çarpı hedefi inceleyin. A kutuplayıcısını eleman tutucudaki yerini değiştirin hedefi gözlemlerken kutuplayıcıyı döndürün.

1) Hedef, kutuplayıcıya baktığımız zaman direkt baktığımız zamanki kadar parlak görünüyormu? Niçin?

2) Işık kaynağından gelen ışık düzlemsel kutuplanmış mıdır? Nasıl açıklarsınız?

Kutuplayıcıyı öyle bir ayarlayın ki sadece düşey doğrultuda kutuplanmış edilmiş ışık geçsin. Kutuplayıcı B' yi diğer eleman tutucuya yerleştirin her iki kutuplayıcıdan bakarak kutuplayıcı B' yi ayarlayın.

3) Herhangi açılar için kutuplayıcı B' den en fazla ışık geçmiştir? Hangi açılar için en az ışık geçmiştir?



Şekil 4.3 Deneyin kurulumu.

Yansıma ile polarizasyon: Brewster Açısı

Şekil 4.3' deki düzeneği kurun. Işın açısı tablasının merkezinden tek bir ışık ışınının geçeceği şekilde ayarlayın. Silindirik merceğin düz yüzeyine gelip çarparak yansıyan ve kırılan ışınları dikkat edin. Oda yansıyan ışının görebilecek, makul bir karanlıkta olmalıdır. Yansıyan ve kırılan ışınlar arasındaki açı 90° derece olana kadar ışın tablasını çevirin. Işın tablası eleman tutucusunu kırılan ışınla aynı doğrultuda olacak şekilde ayarlayın. Işık kaynağının filamentindeki kutuplayıcıdan bakın silindirik mercekten görüldüğü gibi ve kutuplayıcıyı yavaşça çevirerek bütün açıları deneyin.

1) Yansıyan ışık düzlemi kutuplandı mı? Eğer kutuplandıysa düşey düzlemden hangi açıda kutuplanma düzlemi oluşmuştur? Yansıtılmış görüntüyü, yansımanın diğer açıları için inceleyin.

2) Kırılan ışına göre yansıyan ışın 90° derece olmadığı zaman ışık kutuplanıyor mu? Açıklayın.

DENEY 7

DENEYİN ADI: IŞIK VE RENK

DENEYİN AMACI: Beyaz ışığı oluşumunu incelemek ve renk kavramını tanımak.

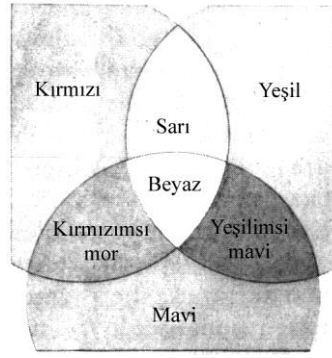
DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik Bench, Eleman Tutucu, Yarık Levhası, Silindirik Mercek, Renk Filtreleri, Işın Tablası ve Tabanı, Işın Tablası Eleman Tutucusu, Yarık Maskesi, Ekran.

TEORİK BİLGİ:

Eski araştırmalar ışığın, saf halde en basit şeklinin beyaz olduğunu ve kırıcı materyallerin beyaz ışığın özelliklerini çeşitli renkleri oluşturacak şekilde değiştirdiklerini kabul etmiştir. İlk defa Sir Isaac Newton ışığın en basit formunun renkli olduğunu ve kırıcı materyallerin yalnızca beyaz ışığı meydana getiren çeşitli renkleri ayırdığını gösterdi. Newton bu düşünciyi nesnelerin renklerini açıklamakta kullanmıştır.

Görünür bölgenin her frekansından yaklaşık aynı miktar içeren ışık, beyaz olarak algılanır. O halde, geniş bir beyaz ışık kaynağı (doğal veya yapay) her noktasından hemen hemen bütün doğrultularda her görünür frekanstan ışık gönderiyor gibi düşünülebilir.

Bir ışık demetinde enerji dağılımı spektrum boyunca düzgün olmadığında ışık renkli görünür. Newton, frekansları oldukça farklı olması koşuluyla, üç ışık demetinin karışımıyla beyaz ışığın oluşturulabildiğini göstermiştir. Böyle üç demet birleştiğinde beyaz ışığı oluşturuyorsa bunlara **temel renkler** denir. Bu temel renklerin yardımıyla çok çeşitli renkler elde edilebildiği için bu renkler çok sık kullanılırlar. Bunlar, renkli bir televizyonda görülen bütün renkleri oluşturan (üç fosforla yayınlanan) üç bileşendir. Bu üç temel renk demetleri çok farklı bileşimlerde üst üste bindiklerinde ortaya çıkan renkler Şekil 5.1 de özetlenmiştir: Kırmızı artı mavi kırmızımsı mor olarak; mavi artı yeşil mavimsi yeşil veya turkuvaz olarak görünür, belki de en şaşırtıcısı, kırmızı artı yeşilin sarı olarak görünmesidir. Bu üç temel rengin toplamı beyazdır.



Şekil 5.1 Üç renkli ışık demetinin üst üste binmesi. Bir renkli televizyonda bu üç ana kırmızı, yeşil ve mavi ışık kaynağı kullanılır.

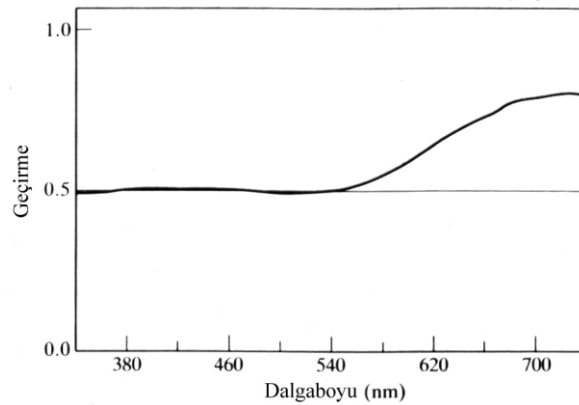
$$\text{Kırmızı} + \text{Mavi} + \text{Yeşil} = \text{Beyaz}$$

$$\text{Kırmızı} + \text{Mavi} = \text{Kırmızımsı mor olduğundan, Kırmızımsı mor} + \text{Yeşil} = \text{Beyazdır.}$$

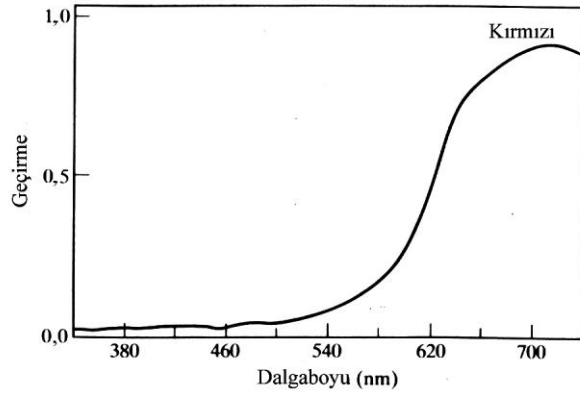
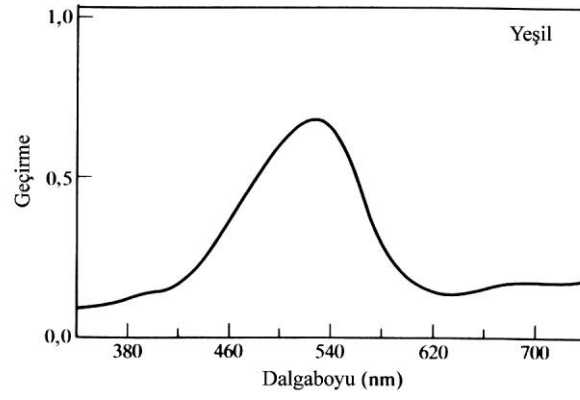
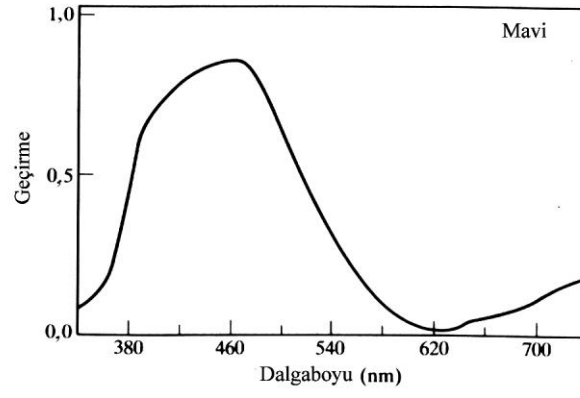
$$\text{Mavi} + \text{Yeşil} = \text{Yeşilimsi Mavi olduğundan, Yeşilimsi Mavi} + \text{Kırmızı} = \text{Beyazdır.}$$

$$\text{Kırmızı} + \text{Yeşil} = \text{Sarı olduğundan, Sarı} + \text{Mavi} = \text{Beyazdır.}$$

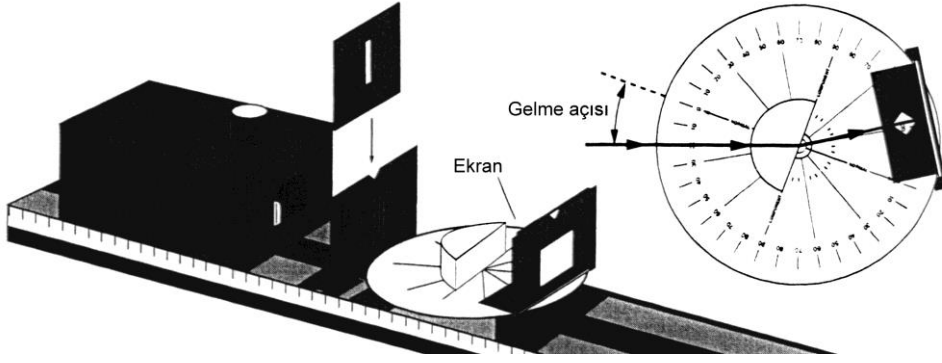
Birlikte beyazı oluşturan iki renge **tümleyici** denir ve son üç bağıntı bunlara örnektir. Kırmızımsı mor bir demetle sarı bir demet üst üste bindirildiğinde, $\text{Kırmızımsı mor} + \text{Sarı} = (\text{Kırmızı} + \text{Mavi}) + (\text{Kırmızı} + \text{Yeşil}) = \text{Beyaz} + \text{Kırmızı}$ sonuç kırmızı ve beyazın bir bileşimi, veya pembe renktir. Bu başka bir noktayı ortaya koyar: hiç beyaz ışık içermeyen koyu bir rengin **doymuş olduğu** söylenir. Şekil 10.2 den görüldüğü gibi pembe, beyaz bir taban üzerine binmiş kırmızıdır, yani doymamış kırmızıdır.



Şekil 5.2 Pembe bir boyanın spektral yansıması.



Şekil 5.3 Kırmızı, yeşil ve mavi ışık olarak algılanan tipik frekans dağılımları gösterilmiştir. Bu eğriler baskın frekans bölgelerini gösterir fakat dağılımlarda çok büyük değişimler olabilir ve gene de kırmızı, yeşil ve mavi olarak görülürler.



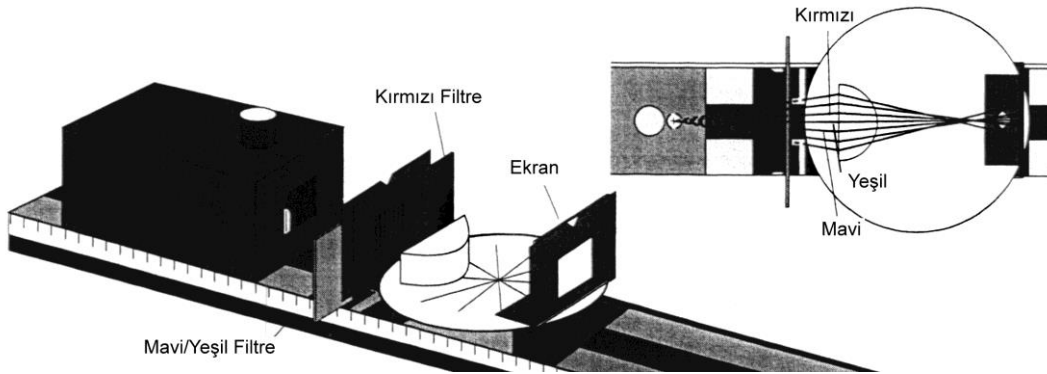
Şekil 5.4 Deneyin kurulumu.

DENEYİN YAPILIŞI:

Işığın Renkleri

Şekil 5.4 de deneyin kurulumu görülmektedir. Tek bir ışın, ışın tablasının ortasından boydan boya geçmektedir. Işın tablası yavaşça döndürülerek cisim üzerine düşen ışının açısı artırılır. Ekranda kırılan ışını dikkatlice inceleyelim. Kırınımın geniş açılarda olması durumunda renk ayırımına dikkat edin.

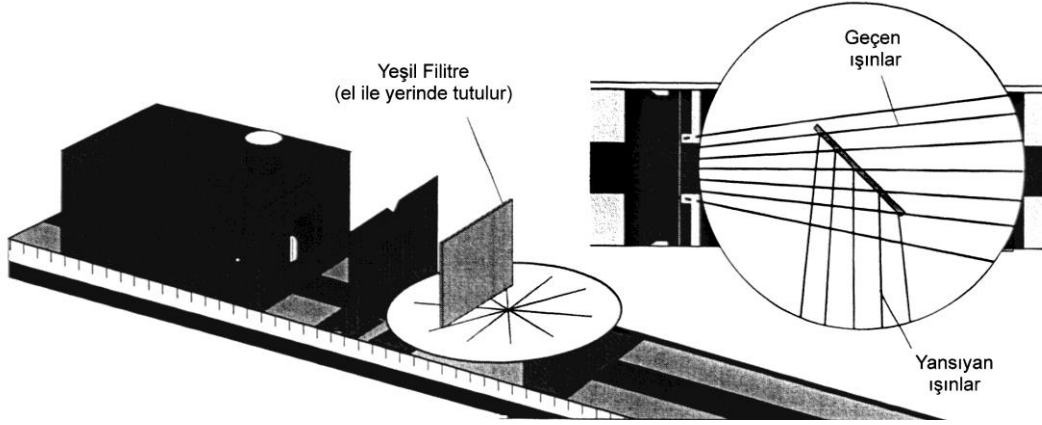
1) Gözlemlerinizi Newton'un teorilerini destekliyor mu? Açıklayınız?



Şekil 5.5 Renkli ışığın karıştırılması.

Öteki incelememizde, Şekil 5.5 de görülen deney düzeneğini kuralım. Silindirik merceği, üç merkezi ışını (bir kırmızı, bir mavi, bir yeşil) Işın tablasının kesinlikle herhangi bir noktasında kesiştirecek şekilde yerleştirelim. Ekranı yavaşça bu kesişme noktasına doğru hareket ettirelim (burada ekranı eleman tutucudan kaldırın).

2) kırmızı, yeşil ve mavi ışıklar karışıktıklarında ışın rengi sonuçta ne olur? bu durum Newtonun teorilerini nasıl destekler?



Şekil 5.7 Deney düzeneği.

Nesnelerin Renkleri

Şekil 5.7'de görülen deney düzeneğini kuralım. Yeşil filtreden geçen ve yansıyan ışık ışınlarını gözlemleyelim.

1) Geçen ışınların rengi nedir? Yansıyan ışınların rengi nedir?

Kırmızı filtreyi yeşil filtrenin arkasına yerleştirin (şöyle ki ışık ilk yeşil filtreden geçer ve sonra kırmızı filtre içinden geçer).

2) Şimdi yansıyan ışınların rengi ne oldu? Yeşil filtrenin ön yüzünden ve kırmızı filtrenin ön yüzünden hangi ışınlar yansır?

Mavi filtreyi ışık kaynağındaki deliğinin üzerine yerleştirin gelen ışınlar mavi olsun. Bu ışınların sadece yeşil filtreden geçmesine izin verin.

3) Şimdi yansıyan ışınların rengi ne oldu?

Gözlemlerimize dayanarak, yeşil filtrenin yeşil görünmesini yapan nedir?

DENEY 8

DENEYİN ADI: SİLİNDİRİK AYNALARDA GÖRÜNTÜ OLUŞUMU

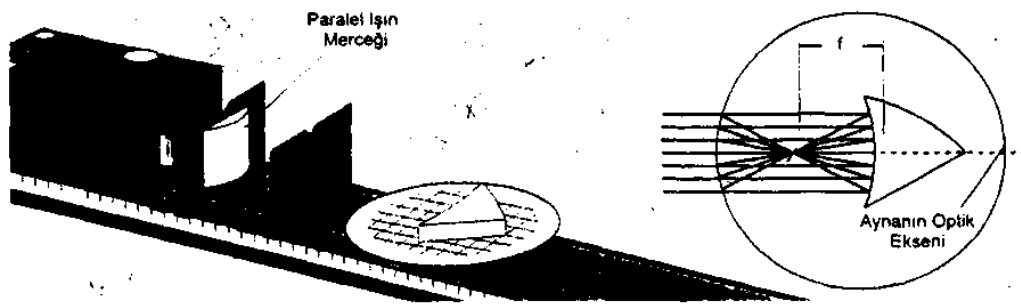
DENEYİN AMACI: Işın tablasını kullanarak silindirik aynalarda görüntü oluşumunun özelliklerini incelemek.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench, Işın tablası ve tabanı, Yarıklı levhası, Paralel Işın Mercekleri, Işık kaynağı, Eleman tutucu(2), Işın optik aynası.

TEORİK BİLGİ:

Şekli bilinen herhangi bir aynadan yansımayla oluşan görüntüyü belirlemek için ışın izi teknikleri kullanılabilir. Cismi, ışığın nokta kaynaklarından oluşmuş bir bütün olarak düşünün. Verilen bir nokta kaynak için, yansıma yasasına göre, kaynaktan ayrılan ışık ışınları aynadan yansır. Eğer yansıyan ışınlar bir noktada kesişiyorsa, o noktada gerçek bir görüntü oluşur. Eğer yansıyan ışınlar kesişmiyorsa, fakat aynanın arkasına doğru yayılıyorsa, yayılan ışınların uzantılarının kesiştiği noktada sanal bir görüntü oluşur.

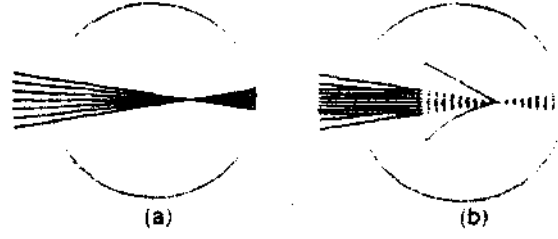
Bu deneyde, silindirik yüzeylerde görüntü oluşumunun özelliklerini öğrenmek için ışın tablası kullanılır. Gözlenen özellikler silindirik aynalarda görüntü oluşumuna önemli ölçüde benzer.



Şekil 6.1 Deney düzeneği.

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil 6.1 de gösterilen düzeneği kurun. Işınlar aynanın konkav yüzeyinden tamamen yansıyacak şekilde Işın Tablası üzerine Işın optik aynaları yerleştirin.



Şekil 6.2 Sanal cisim.

Odak Noktası

Paralel ışın merceğinin konumunu, ışın tablası üzerinde paralel ışınlar elde edilecek biçimde ayarlayın. Yansıyan ışınlar aynanın optik eksenine paralel olacak şekilde, Işın Tablası üzerine aynayı yerleştirin.

1. Konkav silindirik aynanın odak uzaklığı f yi ölçün

$$f = \dots$$

2. Konveks silindirik aynanın odak uzaklığını ölçmek için ışın izi tekniklerini kullanın.

$$f = \dots$$

Şekil 6.2a da görüldüğü gibi ışınlar ışın tablası üzerinde bir noktada kesişecek şekilde Işık kaynağı ve paralel ışın merceğini yerleştirin (Işın tablası üzerine yerleştirilmiş boş bir beyaz kağıt sayfası ışınları görmek için size yardım edecektir.). Kesişme noktasından ayrılan ışınlar bir cisim olarak kullanılabilir. Şekil 13.2b deki gibi odak noktası ile ışınların kesiştiği nokta birleşecek şekilde optik aynanın konveks yüzünü yerleştirin. Tabi ki bu noktadaki aynayla, ışınlar yansıtılır ve gerçek olarak kesişmez. Işınların kesiştiği nokta bir sanal cisim olarak düşünülebilir.

3. Yansıyan ışınları konveks aynanın odak noktasında yerleştirilmiş bir sanal cisim olduğu zamanki gibi tanımlayın.

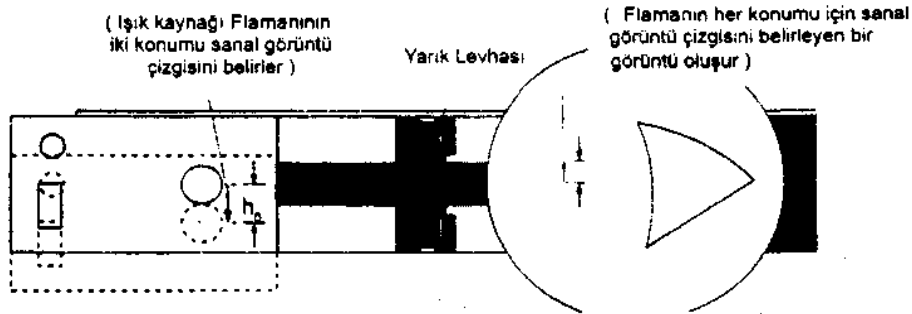
Görüntünün Yeri

Paralel ışın merceğinin yerini değiştirin. Yarık levhayı, ışın tablasını ve optik bench boyunca aynayı ışık kaynağından mümkün olduğunca uzaklaştırın. Aynaları Şekil 6.1 deki gibi yerleştirin.

1. Ampul filamentlerin görüntüsü nerede oluştu?
2. Flamenti aynaya doğru yaklaştırdığınızda görüntünün yeri nasıl değişti?
3. Flament ile ayna arasındaki mesafe, aynanın odak uzaklığından daha az ise yine bir görüntü oluştu mu? Eğer oluştuysa nasıl bir görüntü oluştu?
4. Aynanın konveks tarafını kullanarak, ışık kaynağı flamentinin gerçek görüntüsünü elde edebilir misiniz? Eğer elde ediliyorsa nasıl bir görüntü oluştu?

Büyütme ve Ters Çevirme

Işın tablasının düzleminde, ışık kaynağının flamenti, nokta kaynak gibi davranır. Büyütmeyi ve ters çevirmeyi gözlemek için genişletilmiş bir kaynağa ihtiyaç vardır. Şekil 6.3 de gösterildiği gibi, ışık kaynağı flamanının iki noktası, h_0 yüksekliğinde sanal bir çizgi olarak kullanılabilir.



Şekil 6.3 Büyütme ve ters çevirme.

Işık kaynağı flamanını önce sanal çizginin arkasına sonra önüne yerleştirin. Her bir durum için, görüntüyü bulun. Büyütme, sanal çizginin yüksekliği h_i in gerçek çizginin yüksekliği h_0 a bölünmesiyle elde edilir.

Işık kaynağı ve ayna arasındaki birkaç farklı mesafe için büyütmeyi ölçün.

Nitel olarak, cisim ve ayna arasındaki mesafe, büyütmeye miktarına nasıl bağlıdır.

Görüntü ters çevrildi mi? Görüntünün ters çevirmesi cismin konumuna bağlı mı?

Silindirik Aberasyon

Silindirik aberasyon, yansıyan ışınların düzgün olmayan odaklanmasının sebep olduğu yansıyan görüntünün bozulmasıdır. Işın tablası üzerine boş bir sayfa kağıt yerleştirin. Işık ışınları aynanın konkav yüzeyinden yansıyacak şekilde aletleri yerleştirin. İki ışın hariç diğerlerini engelleyin ve kesişme noktalarını işaretleyin. Birkaç ışın çifti için bunu yapın.

Bütün ışınlar tamamen aynı noktada mı odaklandı?

Silindirik aberasyon'un miktarını azaltmak için silindirik merceklerin biçimini nasıl değiştirirsiniz?

DENEY 9

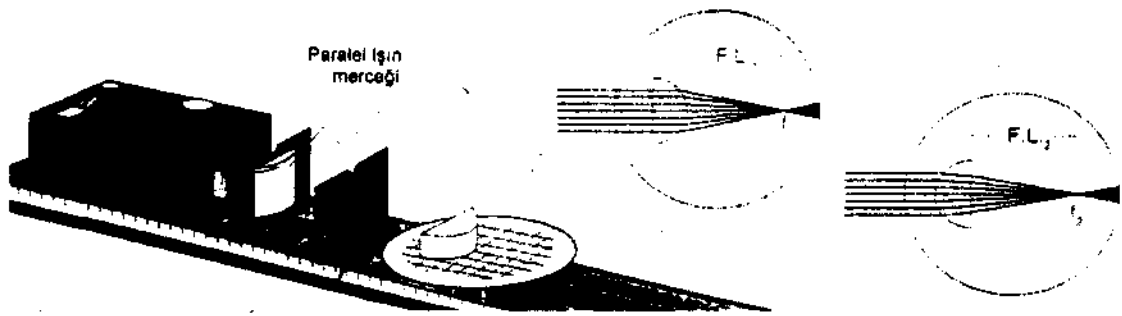
DENEYİN ADI: SİLİNDİRİK MERCEKLERDE GÖRÜNTÜ VE CİSİM BAĞINTILARI

DENEYİN AMACI: Işın tablasını kullanarak silindirik merceklerde görüntü oluşumunun özelliklerini incelemek.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik Bench, Işın tablası ve Tabanı, Yarık Levhası, Paralel ışın mercekleri, Işık kaynağı, Eleman tutucu (2), Silindirik mercekler, Yarık maskesi.

TEORİK BİLGİ:

Yansıma ile görüntü oluşumunu incelediniz. Kırınım ile görüntü oluşumunun çalışma prensibi buna benzerdir. Benzer ışın izleme teknikleri görüntünün şeklini ve konumunu belirlemek için kullanılabilir. Önemli farklılıklar şunlardır: 1) gelen ışınların yönünde değişmeyi belirlemede yansıma yasasının yerini kırınım yasası alır; 2) ışınların bükülmesi iki yüzeyde olur, çünkü ışık merceklerin içine girerken ve çıkarken yön değiştirir. Bu deneyde, silindirik merceklerde görüntü oluşumunun özelliklerini öğrenmek için Işın Tablasını kullanacaksınız. Gözlediğiniz özellikler küresel merceklerde görüntü oluşumuna önemli ölçüde benzer.



Şekil 7.1 Deney düzeneği

DENEYİN YAPILIŞI

Şekil 7.1 de gösterildiği gibi düzeneği kurunuz. Silindirik mercekleri Işın Tablasının üzerinde, merceğin düz yüzeyinde bütün ışınlar yansıyacak şekilde yerleştirin.

Odak noktası

Işın tablası üzerinde paralel ışınlar elde etmek için paralel ışın merceklerinin konumunu ayarlayın. Silindirik mercekleri düz yüzeyinin yansıyan ışına dik olacak şekilde ayarlayın. Böylece merkezi ışın, sapmadan merceğin içinden geçer.

f_1 ve f_2 yi ölçünüz. (Şekil 7.1'i görün)

$$f_1 = \dots$$

$$f_2 = \dots$$

Paralel ışın merceklerini ve eleman tutucuyu çıkarın. Yarık maskesini eleman tutucusundan çıkarın. Işık kaynağının önüne yarık maskesini ve bir kenara tutucuyu kurun. Işın tablasını ve tabanını yeterince ışık kaynağına yaklaştırın. Böylece ışık kaynağının flamenti, silindirik merceğin kavisli yüzünden f_1 uzaklığında olur.

Kırınan ışınları tanımlayınız.

Silindirik mercekleri döndürüp ışın tablası üzerine yerleştirin. Böylece merceğin düz tarafı flamentlerden f_2 uzaklığında olacaktır. (Işın tablası ve tabanını, ışık kaynağına daha yakın olacak şekilde hareket ettirmelisiniz.)

Odak uzaklığının biri diğerinden niçin daha kısadır? (İpucu: Işık ışınlarının kırınımının merceğin her iki yüzeyinde olduğunu kabul edin.)

Görüntü Yeri

Yarık maskesini ışık kaynağının önünden uzaklaştırın. Işın tablası ve tabanını ışık kaynağından olabildiğince uzağa taşıyın. Silindirik merceği, düz tarafı ışık kaynağına gelecek şekilde yerleştirin.

1. Görüntü nerede oluştu?
2. Işık kaynağını daha yakına taşıdıkça görüntünün yerinde ne gibi değişiklik oluyor?

3. Işık kaynağı merceklerin odak uzaklığından daha yakın olduğu zaman hala bir görüntü oluşuyor mu? Eğer oluştuysa ne tür bir görüntü oluştu?

Büyütme ve Ters Çevirme

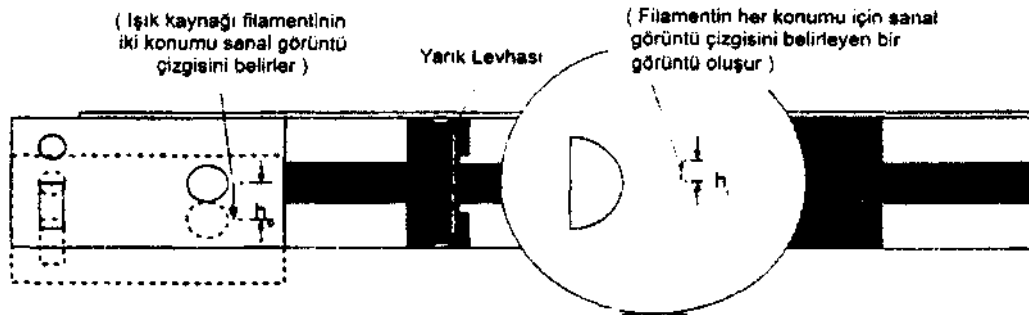
Işın tablası düzleminde, ışık kaynağının flamenti bir nokta kaynak gibi davranır. Büyütme ve ters çevirmeyi görmek için genişletilmiş bir kaynağa ihtiyaç vardır. Aşağıda gösterildiği gibi, ışık kaynağı flamanının iki durumu, h_0 yüksekliğinde bir görüntü çizgisi elde etmede kullanılabilir.

Işık kaynağı flamanını önce görüntü çizgisinin arkasına, sonra önüne yerleştirin. Her konum için, filamentin görüntüsünün yerini belirleyin. Görüntü yüksekliği h_i nin, cisim yüksekliği h_0 a bölümü görüntünün büyütmesini verir.

Mercekler ve ışık kaynağı arasındaki birkaç farklı uzaklık için büyütmeyi ölçün.

Nitel olarak, cisim ve mercekler arasındaki mesafe, büyütme miktarına nasıl bağlıdır?

Görüntü ters çevrildi mi? Cismin bütün konumları için görüntü ters çevriliyor mu?



Şekil 7.2 Büyütme ve ters çevirme.

Silindirik Aberasyon

Silindirik aberasyon, kırman ışınların tam olarak odaklanmamasının sebep olduğu görüntü bozukluğudur. Işın tablası üzerine boş bir kağıt yerleştirin. Şekil 7.2 deki düzeneği, bütün ışık ışınları silindirik mercekler tarafından kırınım yapacak şekilde düzenleyin, iki ışın hariç diğerlerini yarık maskesi ile engelleyin. Bunu birkaç ışın çifti için yapın.

1.Bütün ışınlar tam olarak aynı miktarda mı odaklandı?

2.Silindirik aberasyon miktarını azaltmak için merceklerin biçimini nasıl değiştirmelisiniz?

DENEY 10

DENEYİN ADI: YAKINSAK MERCEKLER-GÖRÜNTÜ VE CİSİM BAĞINTILARI

DENEYİN AMACI: Yakınsak merceklerde cisim ve görüntü bağıntılarının gözlenmesi.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇ GEREÇLER: Optik bench, odak uzaklığı 75mm olan konveks mercek, eleman tutucu(3), ışık kaynağı, hedef, ekran

TEORİK BİLGİ:

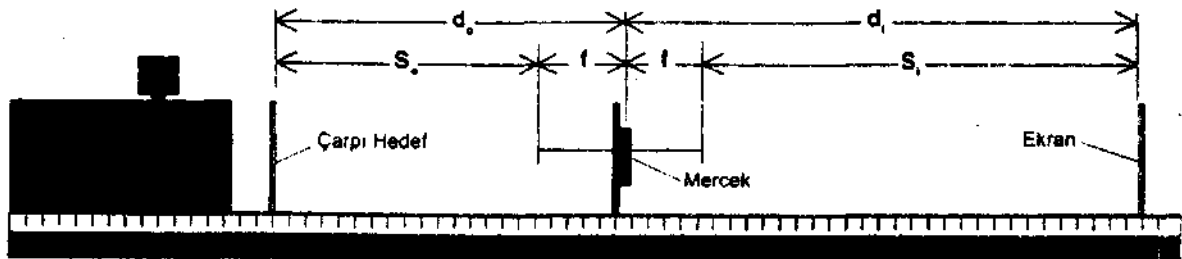
Bir merceğin büyüklüğü ve kırılma indisi verildiğinde kırılma kanunlarını kullanarak görüntülerin büyüklüğünü ve yerini bulabilirsiniz. Fakat bazı özel mercekler için (özel aynalarda olduğu gibi) bir görüntünün büyüklüğünü ve yerini hesaplamak için daha genel bir formül vardır. Bu formül temel mercek bağıntısı olarak adlandırılır:

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

Burada f , merceğin odak uzaklığı, d_o ve d_i : sırasıyla cisim ve görüntünün aynadan uzaklığıdır (Şekil 8.1). Görüntünün büyütme oranı şu bağıntıyla verilir:

$$m = -\frac{d_i}{d_o}$$

NOT: Yukarıdaki bağıntılar yerine $S_o S_i = f^2$ şeklinde olan temel mercek bağıntılarını biliyor olabilirsiniz. Burada S_o ve S_i sırasıyla cisim ve görüntünün temel odak uzaklığına olan mesafeleridir. Bu durumda $S_o = d_o - f$ ve $S_i = d_i - f$ olduğuna dikkat edin (Şekil 8.1). Bu eşitlikleri kullanarak $1/d_o + 1/d_i = 1/f$ ve $S_o S_i = f^2$ ifadeleri aynı bağıntının farklı gösterimleri olduğunu kendiniz ispatlayınız.



Şekil 8.1 Deney düzeneği.

DENEYİN YAPILIŞI:

Şekil 8.1 deki gibi deney düzeneği kurunuz. Işık kaynağını açınız ve ekran üzerinde hedefin görüntüsünü odaklamak için merceği hedefe yaklaştırarak veya uzaklaştırarak kaydırınız.

Görüntü büyütülüyor mu, küçültülüyor mu?

Görüntü ters midir?

Eğer d_0 daha da arttırılırsa temel mercek kanunlarına göre d_i için ne diyebilirsiniz?

Eğer d_0 çok çok büyükse d_i için ne diyebilirsiniz?

Önceki soruya verdiğiniz cevabı kullanarak merceğin odak uzaklığını ölçünüz.

Odak uzaklığı (f) =

Şimdi de d_0 mesafesini tablodaki değerlere ayarlayınız (mm olarak). Her bir ayarlamada görüntüyü bulunuz ve d_0 mesafesini ve görüntünün boyunu h_i ölçünüz. Elde ettiğiniz verileri kullanarak tabloda görülen hesaplamaları yapınız.

Tablo-8.1 Veriler ve Hesaplamalar

Veriler			Hesaplamalar			
d_0 (mm)	d_i	h_i	$1/d_0 + 1/d_i$	$1/f$	h_i/h_0	$-d_i/d_0$

Sonuçlarınız temel mercek kanunlarıyla uyumlu mu? Eğer değilse bu farklılığı neye bağlıyorsunuz?

d_0 'ın hangi değerleri için ekranda görüntü elde edemediniz? Nedenini açıklamak için temel mercek kanunlarını kullanınız.

Odak uzaklığı f olan bir mercek için, d_0 hangi değerleri, büyütme oranı 1 olan bir görüntü verirdi?

Küresel yakınsak mercek ile ters çevrilmemiş bir görüntü elde etmek mümkün müdür?

Odak uzaklığı f olan yakınsak bir mercek için, mercekten mümkün oldukça uzakta bir görüntü elde etmek için cismi nereye yerleştirirdiniz? Görüntü ne kadar büyük olurdu?