

2.1.02-00 Lens ve Optik Cihazların yasaları



Neler öğrenebilirsiniz? ...

- Mercekler yasası
- Büyütme
- Odak Mesafesi
- Obje Mesafesi
- Teleskop
- Mikro kapsam
- Işık ışını yolu
- Konveks mercekler
- Konkav mercekler
- Gerçek görüntü
- Sanal görüntü

İlke:

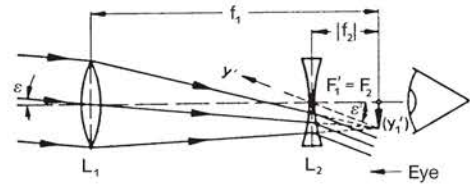
Bilinmeyen merceklerin odak mesafeleri nesne ve görüntü arasındaki mesafe ölçülerek ve Bessel metotlarını kullanarak belirlenmektedir. Basit optik cihazlar ardından bu lensler ile yapılandırılır.

İhtiyacınız Olanlar:

Mercek, kurulu, $f = +20$ mm	08018.01	1
Mercek, kurulu, $f = +50$ mm	08020.01	1
Mercek, kurulu, $f = +100$ mm	08021.01	1
Mercek, kurulu, $f = +300$ mm	08023.01	1
Mercek, kurulu, $f = -50$ mm	08026.01	1
Mercek, kurulu, $f = -200$ mm	08028.01	1
Ekran, yarısaydam, 250 mm x 250 mm	08064.00	1
Ok yarığı bulunan ekran	08133.01	1
Zemin cam ekran, 50 mm $d = 50$ mm	08136.01	1
Çift kondansatör, $f = 60$ mm	08137.00	1
Obje mikrometre 1mm i.100 parça	62171.19	1
Ctenocephalus, msl	87337.10	1
Slayt -Emperor Maximilian-	82140.00	1
Optik profile benç, $f = 1000$ mm	08282.00	1
Optik profil benç için gövde, ayarlanabilir	08284.00	2
Optik profil benç için kızak kurulumu, $h = 30$ mm	08286.01	5
Optik profil benç için kızak kurulumu, $h = 80$ mm	08286.02	1
Optik gövde plakası için diyafram	08040.00	2
Mercek tutucu	08012.00	2
Kondansatör tutucusu	08015.00	1
Sallanan kol	08256.00	1
Deney lambası 5, gövdeli	11601.10	1
Güç beslemesi 0-12 V DC/ 6 V, 12 V AC	13505.93	1
Bağlantı kablosu, 4 mm fiş, 32 A, mavi, $l = 50$ cm	07361.04	2
Cetvel, plastik, 200 mm	09937.01	1

Eksiksiz Deney Seti, CD-ROM üzerinde Deney Kılavuzu

Mercek ve optik cihazlar yasası P2210200



Galileo teleskopu içerisindeki ışın yolu

Görevleri:

- Görüntü ve nesne arasındaki mesafenin ölçülmesi ile iki bilinmeyen konkav mercek arasındaki odak mesafe.
- Bessel'in metotlarını kullanarak konkav merceğinin ve konkav ve konveks lens birleşiminin odak mesafesinin belirlenmesi.
- Aşağıdaki optik cihazların yapılandırılması:
 - Projektörü kaydırın; belirlenecek olan görüntüyü ölçekleyin
 - Mikroskop; belirlenecek olan büyütme
 - Kepler-tipi teleskop
 - Galileo's teleskop (opera dürbünü).

İlgili Başlıklar

Mercekler yasası, büyütme, odak mesafesi, nesne mesafesi, teleskop, mikroskop, ışın yolu, konveks lens, konkav lens, gerçek görüntü, sanal görüntü.

İlke

Bilinmeyen merceklerin odak mesafeleri görüntü ve obje arasındaki mesafelerin ölçülmesi ve Bessel metotları ile belirlenir. Basit optik cihazlar ardından bu mercekler ile kurulmaktadır.

Ekipman

Mercek, kurulu, $f = +20$ mm	08018.01	1
Mercek, kurulu, $f = +50$ mm	08020.01	1
Mercek, kurulu, $f = +100$ mm	08021.01	1
Mercek, kurulu, $f = +300$ mm	08023.01	1
Mercek, kurulu, $f = -50$ mm	08026.01	1
Mercek, kurulu, $f = -200$ mm	08028.01	1
Mercek, yarısaydam, 250x250 mm	08064.00	1
Ok yarığı bulunan ekran	08133.01	1
Zemin cam ekran, 50x50x2 mm	08136.01	1
Çift kondansatör, $f = 60$ mm	08137.00	1
Aşama mikrometre, 1 mm - 100 div.	62171.19	1
Köpek piresi, Ctenocephalus, mip	87337.10	1
Slayt -Emperor Maximilian-	82140.00	1
Optik profil benç, $f = 1000$ mm	08282.00	1
Optik profil benç i. kızak kurulumu, ayarl.	08284.00	2
Optik profil benç i. kızak kurulumu, $h = 30$ mm	08286.01	5
Optik pr. benç i. kızak kurulumu, $h = 80$ mm	08286.02	1
Diyafram tutucu	08040.00	2

Mercek tutucusu	08012.00	2
Kondansatör tutucusu	08015.00	1
Sallanan kol	08256.00	1
Deney lambası 5, gövdesi ile	11601.10	1
Güç beslemesi 0-12 V DC/6 V, 12 V AC	13505.93	1
Bağlantı kablosu, $l = 500$ mm, blue	07361.04	2
Cetvel, plastik $l = 200$ mm	09937.01	1

Görevler

- Görüntü ve obje arasındaki mesafelerin ölçülmesi ile iki bilinmeyen konveks mercek arasındaki odak mesafesinin belirlenmesi.
- Bessel'in metotlarını kullanarak bir konveks ve konkav lens birleşiminin ve bir konveks lensinin odak mesafesinin belirlenmesi.
- Aşağıdaki optik cihazların yapılandırılması için:
 - Kızak projektör, belirlenecek görüntü ölçeklemesi.
 - Mikroskop; belirlenecek büyütme.
 - Kepler-tipi teleskop.
 - Galileo teleskopu (opera dürbünü).

Kurulum ve prosedür

Deney, Şekil 1'de gösterildiği kurulmaktadır. Bir lamba ve çift kondansatör ile oluşturulan bir paralel ışık demeti üretilmektedir.

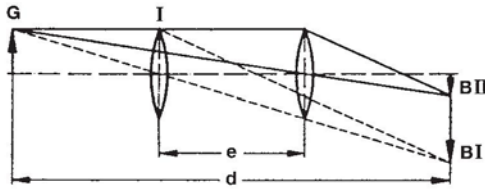
- Nesne (ok yarığı bulunan ekran) kondansatörün hemen arkasında ve şeffaf bir görüntü mercekler ile ekranın üzerinde yansıtılmaktadır. Nesne ve görüntü arasındaki mesafe lenslere göre ölçülür (merceklerin ince olduğunu varsayın).

Şekil 1: Deney kurulumu (mikroskop).



Görüntü ve nesne arasındaki mesafelerin ölçülmesi hem mercekler hem de mercek ve ekranı farklı konumlarda kullanarak tekrarlanır.

2. Eğer, obje ve nesne arasında (durum I) sabitlenen bir d mesafesindeyse, görüntü ve nesne mesafelerinin yerleri değişecek şekilde konumlarını değiştirdiğimizde (durum II) hala nesneye ait temiz bir görüntü elde edilir. Durum I'de görüntü büyütülür, durum II'de ise küçültülür (Şekil 2).



Şekil 2: Bessel Sonrası Odak mesafesinin belirlenmesi.

Odak mesafesi +100 mm olan bir konveks mercek kullanarak, örneğin, olası her iki mercek konumu için keskin bir görüntü ile elde edilen e mesafesini ölçünüz (ölçümleri tekrarlayın ve ortalama $\bar{e}$ değerini belirleyiniz. Şimdi aynı şekilde bir ölçüm alın ancak bu sefer ilk ölçümlerdeki konveks merceği ve bir konkav mercek (örneğin -200 mm) kullanarak bir ölçüm değeri alınız. Aralarındaki d mesafesini olabildiğince yüksek tutun ve ardından birleşmiş odak mesafesi ile en az dört defa ölçüm yapınız.

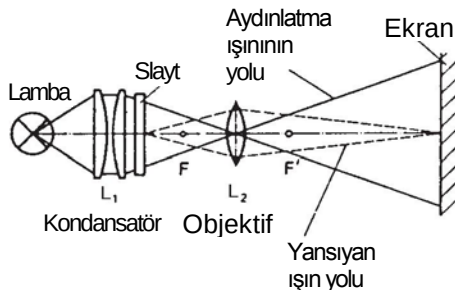
3.1. Slayt Projektörü

Slayt'ı – Emperor Maximilian – kondansatörün hemen arkasında yerleştirin ve L_2 merceği ile ekran üzerinde bir görüntü yansıtın ($f_2 = +100$ mm).

En iyi obje aydınlatmasını elde etmek için kondansatörü, lamba sarımının görüntüsü, L_2 objektif merceklerinin yüzeyi üzerinde olacak şekilde ayarlayınız (Şekil).

Görüntünün V büyütme miktarını belirleyiniz.

$$V = \frac{B}{G}$$



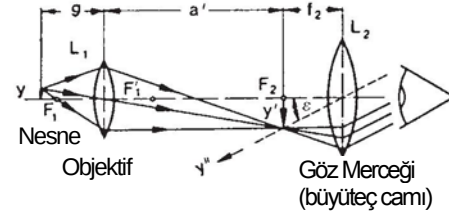
Şekil 3: Slayt projector içerisindeki ışın yolu.

3.2 Mikroskop

Küçük bir objenin büyütülmüş bir görüntüsü (köpek pirelerinin aşama mikrometre ve mikro-slaytı) kısa odak mesafesinin $f_1 = +20$ mm L_1 merceği ile elde edilmektedir. Gerçek orta görüntü bir göz merceği L_2 ($f_2 = +50$ mm) (Şekil 4) üzerinden gözlemlenmektedir. Zemin cam ve obje tutucusu ile birlikte nesne, sallanan kola tutturulur. L_1 ise objeye olabildiğince yakın olacak şekilde yaklaştırılır. Nesne bir zemin cam ekranı kullanılarak aydınlatılmaktadır.

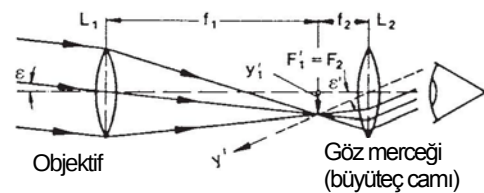
Görüntünün ebatları ve bundan dolayı gerçekleşen genel büyütme, gerçek görüntüye en az mesafeyle kullanılacak bir ölçek ile kıyaslayarak kabaca belirlenmektedir (yaklaşık olarak 25 cm). Bunu gerçekleştirebilmek için sağ gözümüz ile mikroskopa bakarız ve sol ile ölçekleriz. Biraz alıştırımdan sonra iki görüntü birbirinin üzerine bindirilebilir.

Şekil 4: Mikroskopun içerisindeki ışın yolu.



3.3 Kepler sonrası teleskop

Uzun bir odak mesafesi f_1 (örneğin, +300 mm), ve kısa bir odak mesafesi f_2 (örn. +50 mm), olan bir konveks merceği; $f_1 + f_2$ mesafesi ile optik benç (tezgaha) sabitlenir (Şekil 5).



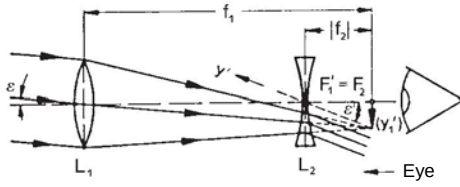
Şekil 5: Kelper teleskopu içerisindeki ışın yolu.

Eğer kısa odak mesafesi olan mercek içerisinde bakacak olursak, belirli bir nesnenin büyütülmüş ters bir görüntüsünü görebiliriz.

3.4 Galileo teleskopu (opera dürbünü)

Uzun bir f_1 (örneğin +300 mm) odak mesafesi olan bir konveks mercek ile kısa bir f_2 (örneğin -50 mm) odak mesafesi olan bir konveks merceği $f_1 - |f_2|$ (Şekil 6) mesafesinde kurulumlar).

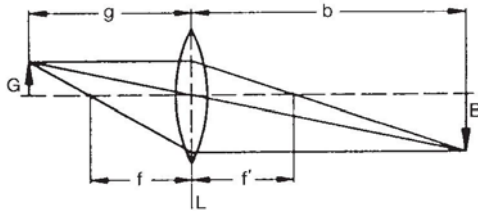
Konkav mercekler ile ıraksak nesnelerin doğru bir şekilde görüntülenmesini gözlemleyebiliriz.



Şekil 6: Galileo teleskopu içerisindeki ışın yolu.

Teori ve Değerlendirme

Merceklerin f odak mesafesi, g obje mesafesi ve d görüntü mesafesi geometrik optik aracılığı ile elde edilir. Belirli üç ışın olan odak ışını, paralel ışın ve merkezi ışın ardından görüntüyü oluşturmak için elde edilir (Şekil 7).



Şekil 7: Üç belirli ışın ile görüntü oluşturulması.

Benzer üçgenler kanunu ile,

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

burada B , görüntü boyutu ve G ise obje boyutudur.

Bunları değiştirerek mercek formülünü elde ederiz,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g} \quad \text{ya da} \quad f = \frac{b \cdot g}{b + g}$$

1. Görev 1'de ölçtüğümüz b ve g değerlerinden, f değerini, f değerinin ortalamasını ve standart sapmasını hesaplayabiliriz. Birinci lensten (100 mm) f_1 , 100.2 mm ve 0.6 mm'lik S_{f1} standart sapması ile; f_2 ise 53.1 mm ve 0.9 mm'lik S_{f1} standart sapması ile belirlenmiştir. (Mercekler üzerinde işaretlenen odak mesafelerin $\pm 5\%$ 'lik toleransları bulunmaktadır.)

2. $g_I = b_{II}$ olduğundan dolayı (durum I'deki obje mesafesi = durum II'deki obje mesafesi) ve $b_I = g_{II}$ olduğundan,

$$\begin{aligned} g_I + b_I &= d \\ g_I - b_I &= e \end{aligned}$$

(bkz. Şekil 2).

Eğer g_I ve b_I için denklemleri çözecek olursak şunu elde ederiz;

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

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

Bunların mercek formülünde yerine konması ile şunu elde ederiz:

$$f = \frac{d^2 - e^2}{4d}$$

Konveks merceğinin odak mesafesi bundan dolayı ölçülen d ve e değerleri ile belirlenebilir.

Eğer şimdi hali hazırda ölçülen konveks mercekler (odak mesafesi f_s olan) ve bir konkav merceği ile oluşan ve odak mesafesi f_{comb} olan bir lens sistemi kullanacak olursak ve aynı şekilde ölçümleri yürütürsek, aşağıdaki konkav mercekler için f_z odak mesafesini elde ederiz:

$$\frac{1}{f_z} = \frac{1}{f_{comb}} - \frac{1}{f_s} \quad \text{or} \quad f_z = \frac{f_{comb} \cdot f_s}{f_s - f_{comb}}$$

Biz burada şunu ön görürüz:

$$\frac{1}{|f_s|} > \frac{1}{|f_z|}$$

aksi halde hiçbir şekilde bir gerçek görüntü elde edilemez. Konveks mercek için f_2 99.7 mm (+100 mm), iki merceğin birleşmesi için f_{comb} 180 mm (+100 mm/ +200 mm) olarak görülmüş böylece $f_z = -233$ mm konkav merceğinin odak mesafesini temsil eder. (İki merceğin kombinasyonu, ana düzlemler arasındaki mesafenin görmezden gelinmesinden dolayı bir simetrik hatayı içermektedir).

3.1 Büyütme, nesne boyutları ve görüntü boyutu b arasındaki bir ilişkiden elde edilir.

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

Görüntü mesafesi $b = 700$ mm olduğunda ve odak mesafesi $f = 100$ mm olduğunda, $V = 6$ olur.

3.2 Genel büyütme miktarı, objektiften kaynaklı büyütmenin çarpılması ile elde edilir (Şekil 4),

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

Göz büyütecinin açısal büyütmesi ile:

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

Kullanılan mercekler ile $V=60$ 'lık bir genel büyütme elde ederiz.

3.3 L_1 objektifi oldukça uzaktaki bir gerçek, ters bir görüntüyü Y'_1 boyutlarında sağlar ve bu görüntü L_2 göz dürbünü üzerinden gözlemlenir. Açısal büyütme (küçük açılar için) aşağıdaki gibidir:

$$\Gamma_L = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{Y'_1/f_2}{Y_1/f_1} = \frac{f_1}{f_2}$$

3.4 Bir konkav mercek, objektif L_1 tarafından sağlanan gerçek birincil görüntünün önüne yerleştirilerek, F'_1 ve F_2 odak noktalarının çakışması sağlanır. Göz böylece bir sanal, dik görüntü gözlemler. Büyütme oranı tekrar şöyledir:

$$\Gamma_L = \frac{f_1}{|f_2|}$$

Not

Odak mesafelerini ölçmek için kullanılan merceklerin üzerindeki işaretler, çıkartılarak bir kod ile değiştirilmelidir; örn, yalnızca eğitmenin tanıyabileceği renkli noktalar ya da oymalı çizgiler.

