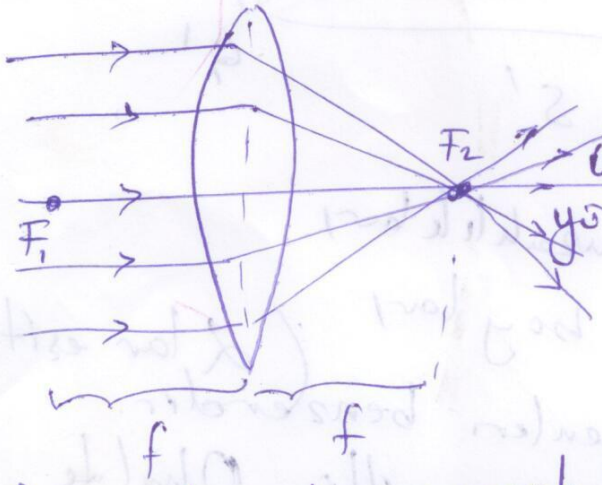


İnce Mercekler

(1)

Düzlem aynadan sonra en çok bilinen ve kullanılan optik aletler ince merceklerdir. Bir mercek iki kırıcı yüzeyi olan bir optik sistemdir. En basit mercek ~~iki kırıcı yüzeyi olan bir optik sistemdir~~ aralarındaki mesafe (merceğin kalınlığı) ihmal edebileceğimiz kadar küçük olan iki küresel yüzeyden oluşur. Böyle bir merceğe ince mercek denir.

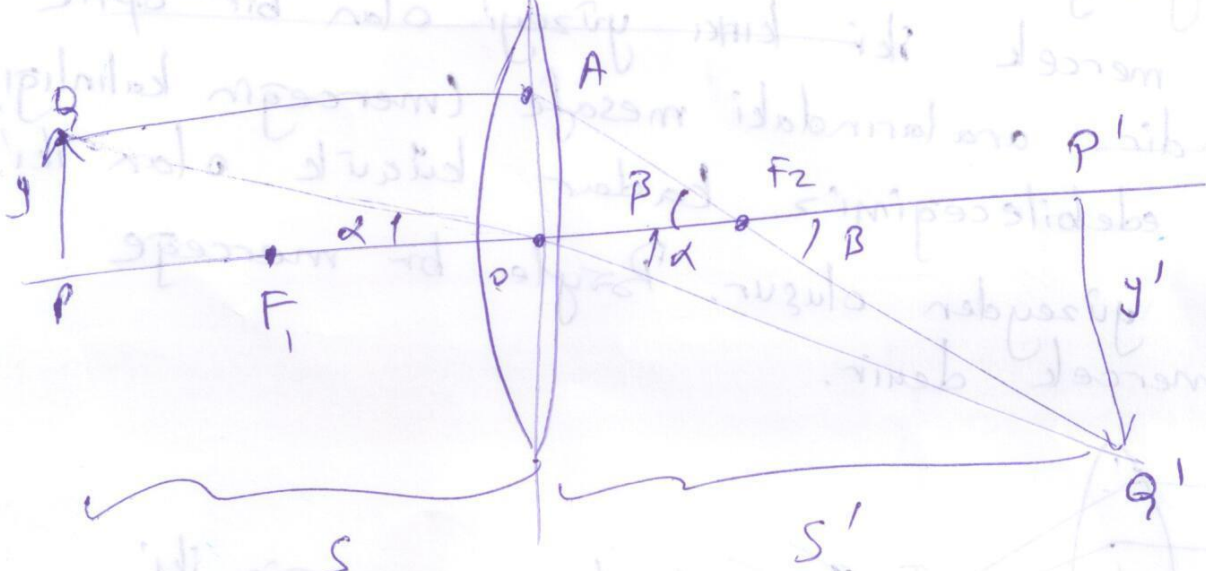


Optik eksen merceğin iki yüzeyinin eğrilik merkezinden geçer.

İnce kenarlı mercek, eksenine paralel gelen ışınları kırıldıktan sonra F_2 noktasına yakınsatır. ve bu noktada gerçek görüntü oluşur. Böyle bir merceğe yakınsak mercek denir. Benzer şekilde F_1 noktasından çıkan ışınlar mercekten kırıldıktan sonra eksene paralel hale gelir. Yakınsak merceğin odak uzaklığı pozitiftir ve bu nedenle bu mercekler pozitif merceklerdir. İnce mercek için f ile gösterilen iki odak

uzaklıkları her zaman eşittir. (Eğritilmiş yarıcamların farklı olsa bile.)

Hacimli Cismin Görüntüsü



s, s' cisim görüntü uzaklıkları
 y, y' " " boy ları

(α lar eşit)
 PQO ve $P'Q'O$ dik üçgenleri benzerdir.
Karşılıklı kenarların oranları eşittir. O halde

$$\frac{y}{s} = -\frac{y'}{s'} \quad \text{veya} \quad \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad (1)$$

y' nin eksi olması optik eksenin altında
olması nedeniyle.

β açıları da eşit $OA F_2$ ve $P'Q' F_2$
dik üçgenleri benzerdir

$$\textcircled{1} \quad \frac{y}{f} = - \frac{y'}{s' - f} \quad \text{veya}$$

$\textcircled{3}$

$$\frac{y'}{y} = - \frac{s' - f}{f} \quad \textcircled{2}$$

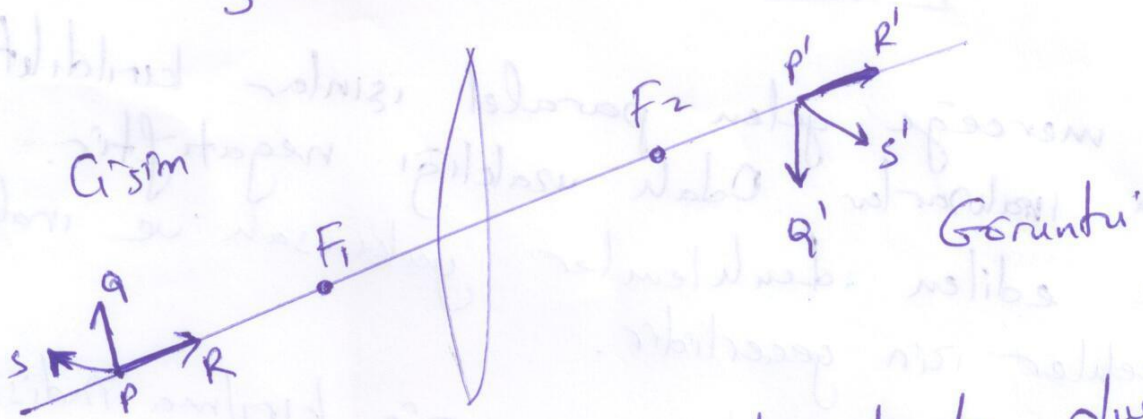
1 ve 2 s' ile bölünürse,

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$$

(ince mercek için cisim-görüntü ilişkisi)

$$m = - \frac{s'}{s}$$

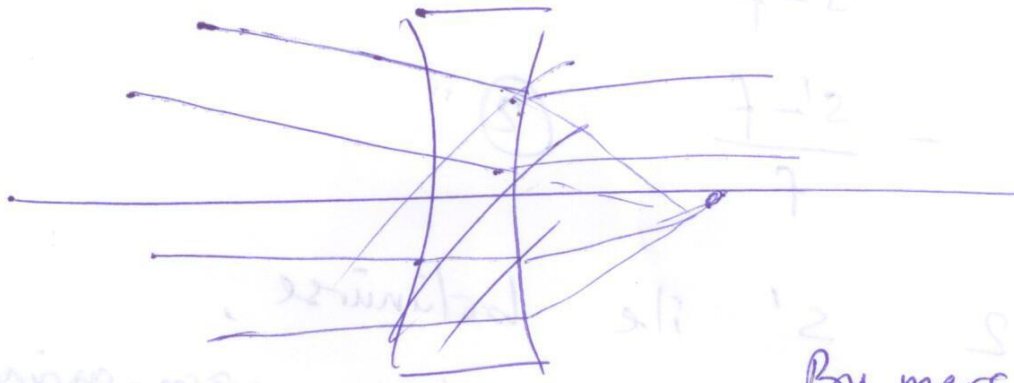
(ince mercek için ebat büyütme)



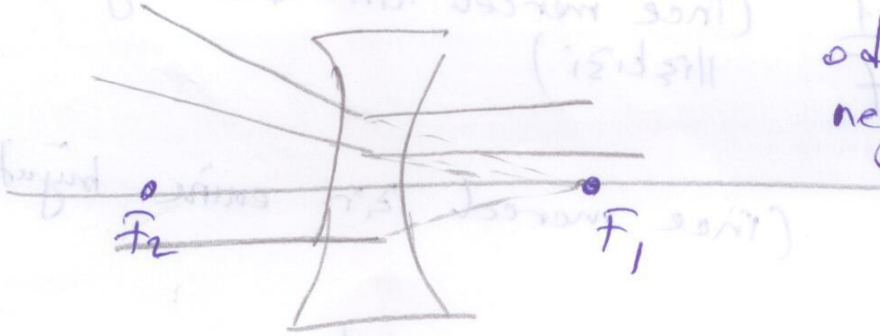
Yakınsak bir mercek tarafından oluşturulan görüntü terstir fakat s-n-arka olarak ters çevrilmiş değildir; görüntüdeki gibi P'R' ve PR aynı yöndedir.

İraksak Mercekler

(4)



Bu mercek
odak uzaklığı
negatiftir.



Bu merceğe gelen paralel ışınlar kırıldıktan
sonra ıraksarlar. Odak uzaklığı negatiftir.
Ekle edilen denklemler yakınsak ve ıraksak
mercekler için geçerlidir.

Odak uzaklığı f ile merceğin kırılma indisi
 n ve eğrilik yarıçapları R_1 ve R_2 arasındaki
ilişkisi veren formülü bulacağız. Bir yüzeyin
oluşturduğu görüntünün ikinci yüzey için
aışın görevi yapabileceği ilkesini kullanacağız.

İlke olarak n_a , n_b ve n_c olan üç farklı (5) ortamı ayıran iki küresel yüzey durumunu inceleyelim. Birinci yüzey için cisim ve görüntü uzaklıkları sırasıyla S_1 ve S_1' , ikinci yüzey için S_2 ve S_2' olsun. Merceğin ince olduğunu, yani yüzeyler arasındaki kalınlık t 'nin cisim ve görüntü uzaklıklarından çok daha küçük olduğunu ve ihmal edilebileceğini kabul edeceğiz. Bu durum gözlük camları içinde geçerlidir. O halde S_2 ve S_1' aynı büyüklüğe fakat zıt işarete sahip olur. Örneğin ilk görüntü ilk yüzeyin gelen ışık tarafında ise S_1' pozitifdir. Fakat ikinci yüzey için görüntü olarak düşünüldüğünden ilk görüntü o yüzey için gelen ışık tarafında değildir ve $S_2 = -S_1'$ olarak yazabiliriz. Tek arayız durumunu veren denklem $\star$ 'ı iki defa (her iki yüzey için birer kez) kullanmamız gerekir. Şöyle iki denklem elde ederiz.

$$\frac{n_a}{S_1} + \frac{n_b}{S_1'} = \frac{n_b - n_a}{R_1}$$

$$\frac{n_b}{S_2} + \frac{n_c}{S_2'} = \frac{n_c - n_b}{R_2}$$

($\star$: $\frac{n_a}{S} + \frac{n_b}{S'} = \frac{n_b - n_a}{R}$
küresel kırıcı yüzeyde cisim-görüntü ilişkisi)

Normal şartlarda 1. ve 3. ortamlar hava (6)

veya boşluktur yani $n_a = n_c = 1$
 $n_b =$ mercek kırılma indisi dir. Benzeri n olarak
göstereceğiz. Bu değerleri $S_2 = -S_1'$ ilişkisini
kullanarak

$$\frac{1}{S_1} + \frac{n}{S_1'} = \frac{n-1}{R_1}$$

$$-\frac{n}{S_1'} + \frac{1}{S_2'} = \frac{1-n}{R_2}$$

ilk cisim uzaklığı S_1 ile son görüntü
uzaklığı S_2' arasındaki ilişkiyi bulmak için
bu iki denklemi toplarız bu işlem n/S_1'
terimi yok eder

$$-\frac{n}{S_1'} + \frac{1}{S_2'} = \frac{1-n}{R_2}$$

$$\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Sonucunu elde ederiz. Son olarak merceği
bir bütün olarak ele alıp S_1 yerine
sadece S (cisim uzaklığı), S_2' yerine de
sadece S' (görüntü n) yazabiliriz. Bu
değişikliği yaptığımızda

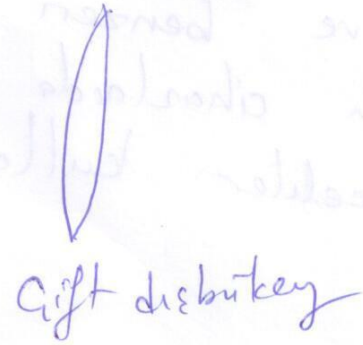
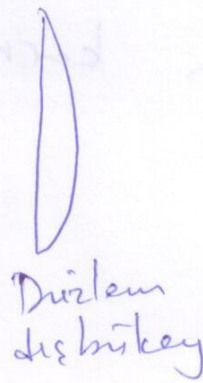
$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Bu sonucu ince mercekler için bulduğumuz (7)
sonuçla karşılaştırırsak yani

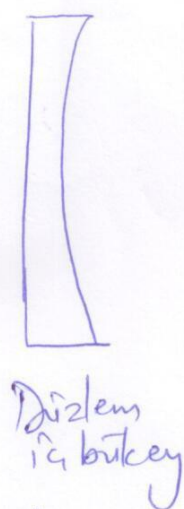
$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \text{ idi}$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \text{ elde ederiz.}$$

Bu denklemde tüm yakınsak merceklerin pozitif,



ve tüm ıraksak merceklerin negatif

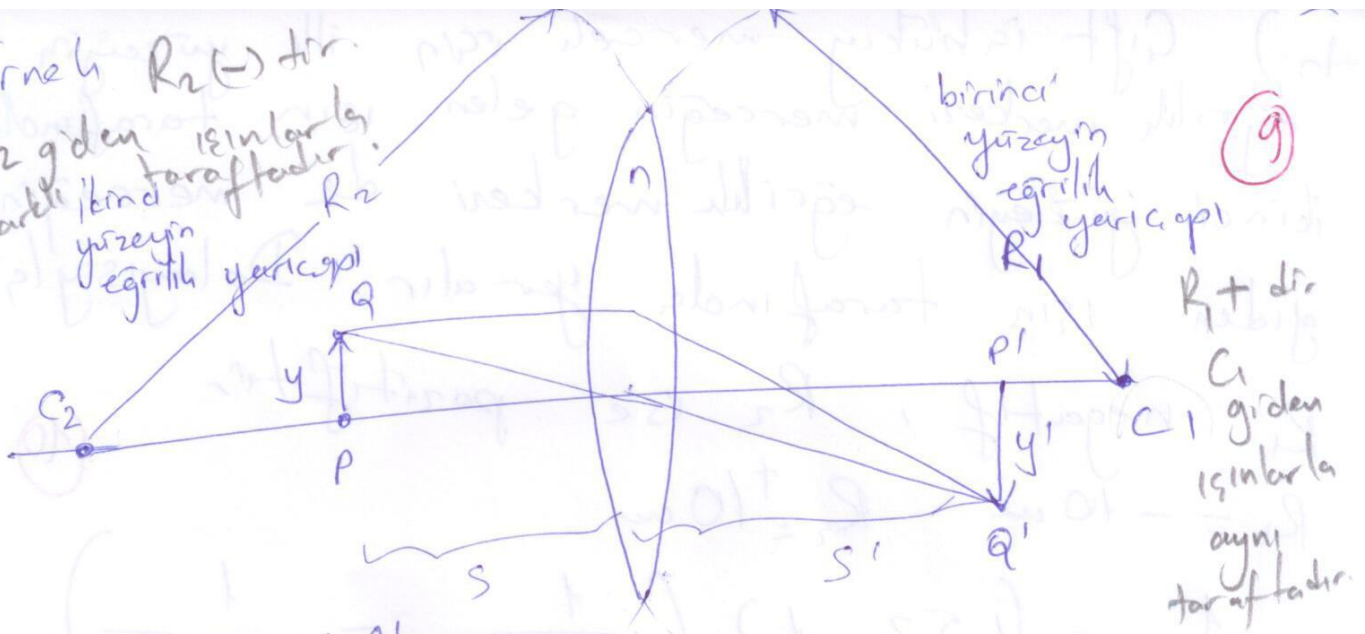


~~ve~~ odak uzaklığına sahip olduklarını
gösterebiliriz

Yakıneksensel yaklaşımin gerçekleştirilmesi için (8)
yaklaşım olduğunu unutmamak gerekir.
Bir küresel merceğin optik eksenine yeterince
büyük açılarla gelen ışınlar yakıneksensel
ışınlarla aynı odak noktasına gelemeler.
Bu küresel aynaları etkileyen dairese/
kusur ile aynı sorunda küresel merceklerde
bu ve benzeri sorunları önlemek için hassas
optik cihazlarda daha karmaşık şekilli
mercekler kullanılır



Örnek $R_2(-)$ dir.
 C_2 giden ışınlarla
 farklı ikincil yüzeyin
 eğrilik yarıçapı R_2



s ve s' pozitiftir
 dolayısıyla n negatiftir.

Şekildeki merceğin yüzeylerinin eğrilik
 yarıçaplarının mutlak değerleri 10 cm ve
 merceğin kırılma indisi $1,52$ olsun. Merceğin
 odak uzaklığı f nedir? Eğer mercek



¹⁹
 çift ~~bukey~~ buluk olursa odak uzaklığı
 ne olur?

İlk yüzeyin eğrilik merkezi C_1 merceğin giden
 ışık tarafında, ikinci yüzeyin eğrilik merkezi
 C_2 ise merceğin gelen ışık tarafında yer alır.
 Dolayısıyla R_1 pozitif, R_2 ise negatiftir.

$$R_1 = +10\text{ cm} \quad R_2 = -10\text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = (1,52 - 1) \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{-10} \right) \quad f = 9,6\text{ cm}$$

b) Çift içbükey mercek için ilk yüzeyin eğrilik merkezi merceğin gelen ışın tarafında, ikinci yüzeyin eğrilik merkezi de merceğin giden ışın tarafında yer alır. Dolayısıyla

R_1 negatif, R_2 ise pozitiftir

$$R_1 = -10 \text{ cm} \quad R_2 = +10 \text{ cm}$$

(10)

$$\frac{1}{f} = (1,52 - 1) \left(\frac{1}{-10} - \frac{1}{+10} \right)$$

$$f = -9,6 \text{ cm}$$



Soru? Bir yakınsak merceğin odak uzaklığı 20 cm'dir. Mercekten bir cisim için görüntü yeri bulunur. (11)

a) 50 cm b) 20 cm c) 15 cm d) -40 cm

Her bir durum için büyütmeyi bulunur. (+)

$$a) \frac{1}{50} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{20} \quad s' = 33,3$$

$$b) \frac{1}{20} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{20} \quad s' = +\infty$$

$$c) \frac{1}{15} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{20} \quad s' = -60$$

$$d) -\frac{1}{40} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{20} \quad s' = 13,3 (+)$$

$$a) m = -\frac{33,3}{50} = -\frac{2}{3}$$

$$b) m = -\frac{+\infty}{20} = +\infty$$

$$c) m = -\frac{60}{15} = +4$$

$$d) m = -\frac{13,3}{-40} = \frac{1}{3}$$

Büyütme değerleri

a) da ter c ve d de düz, b de büyütmenin sonsuz olması gerçeği içindir

a ve d de

$s' = +\infty$ c de

$s' = -$ cıktı.

Buna göre a ve d gerçektir c sanaldır.

b şikkinde ise merceden çıkan ışınlar hiç bir zaman kesişmezler ve görüntü ∞ da oluştuğu düşünülebilir.

İraksalı bir merceğe paralel gelen ışınların
mercekte kırıldıktan sonra, mercek merkezin
den 20 cm uzaklıktaki bir noktadan
ıraksıyor gibi hareket ettikleri
gözlenmiştir. Bu merceği kullanarak
cisim $1/3$ ü boyunda düz ve sanal
bir görüntü oluşturmak istiyorsanız
a) Cisim nereye konmalıdır?

$$m = +\frac{1}{3} = -\frac{s'}{s}$$

(12)

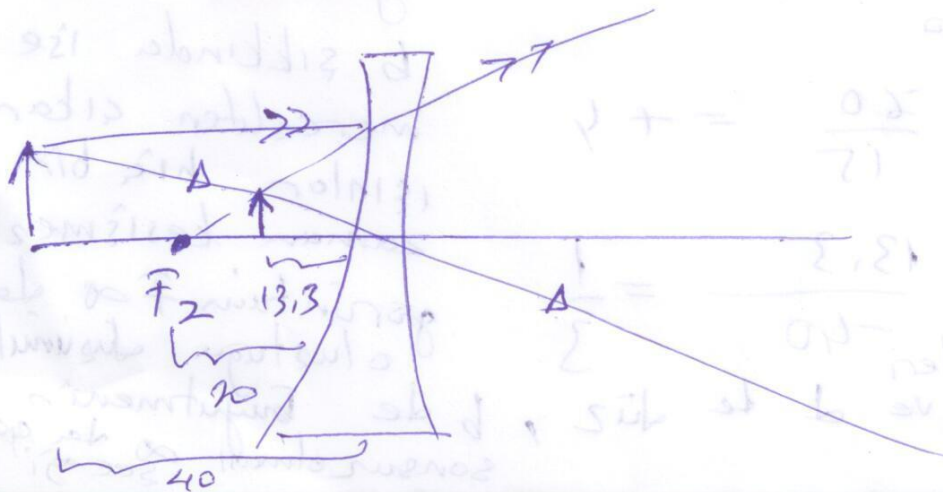
o halde $s' = -s/3$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{-s/3} = \frac{1}{-20}$$

$$s = 40 \text{ cm.}$$

$$s' = -\frac{s}{3} = -\frac{40}{3} = -13,3$$

görüntü
o noktadan
görüntü cisimle
aynı taraftadır.



İraksak bir mercekle oluşturulan görüntü

İraksak bir merceğe paralel gelen ışınların mercelete kırıldıktan sonra, merkele merkezinden 20. cm uzaklıkta bir noktadan ıraksıyor gibi hareket ettikleri gözlemleniyor. Bu merceği kullanarak cismin $1/3$ ü boyunda, düz ve sanal bir görüntü ~~şekli~~ oluşturmak istenirse cisim nereye konmalı gerekir. Çiziniz

Paralel ışınların ıraksaması gözlemi $f = -20 \text{ cm}$.
ve enine büyütme $m = +1/3$ olmalıdır.
görüntü düz olduğu için m artıdır.

$$m = -\frac{s'}{s} = +\frac{1}{3} \quad s' = -\frac{s}{3} \text{ elde edilir.}$$

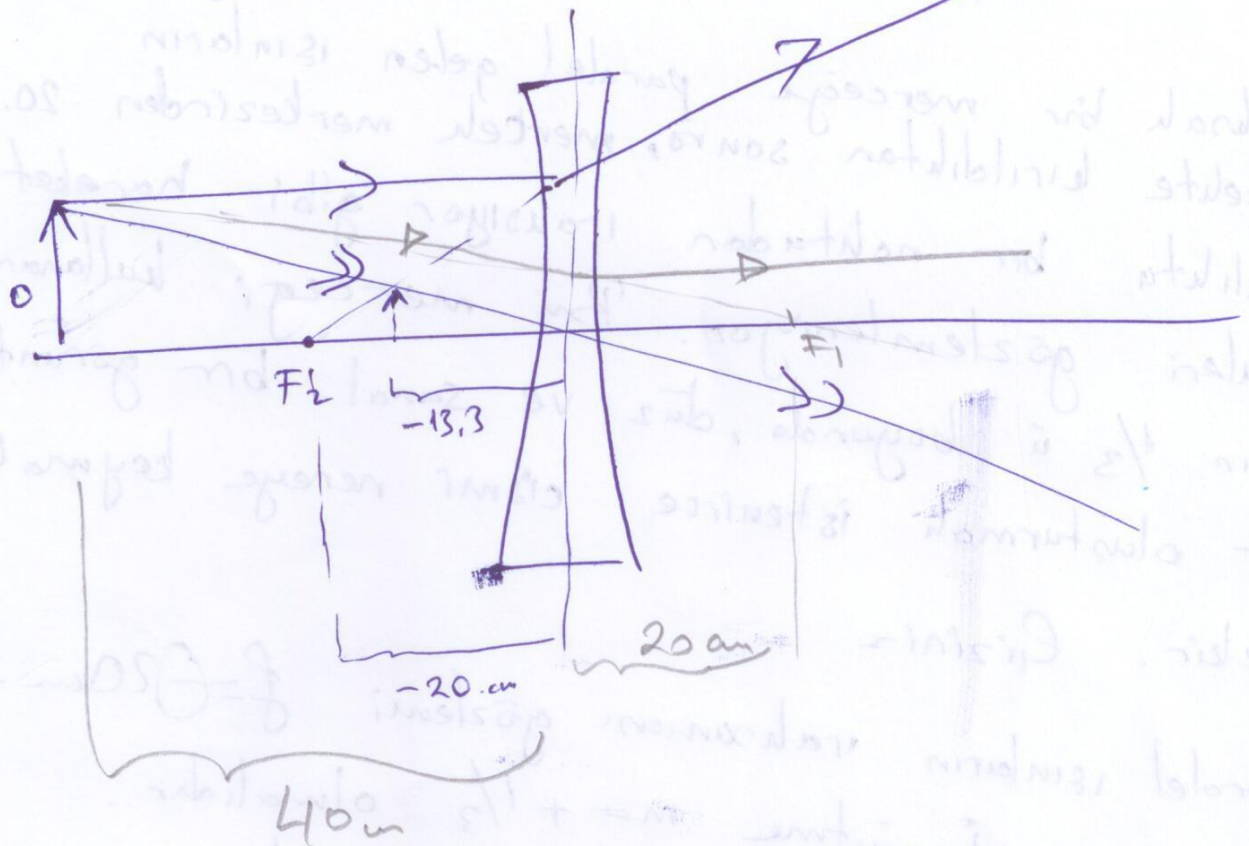
$$\frac{1}{s} + \frac{1}{-s/3} = -\frac{1}{20}$$

$$s = 40 \text{ cm}$$

$$s' = -\frac{s}{3} = -\frac{40}{3}$$

$$= -13,3 \text{ cm}$$

Görüntü uzaklığı - olduğundan görüntü cisimle aynı taraftadır.



$$v = \frac{-2}{2} + \frac{1}{3} = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{-2/3} = -\frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{2} = 0$$

Gesamte resultierende = 0
 gesamte resultierende = 0