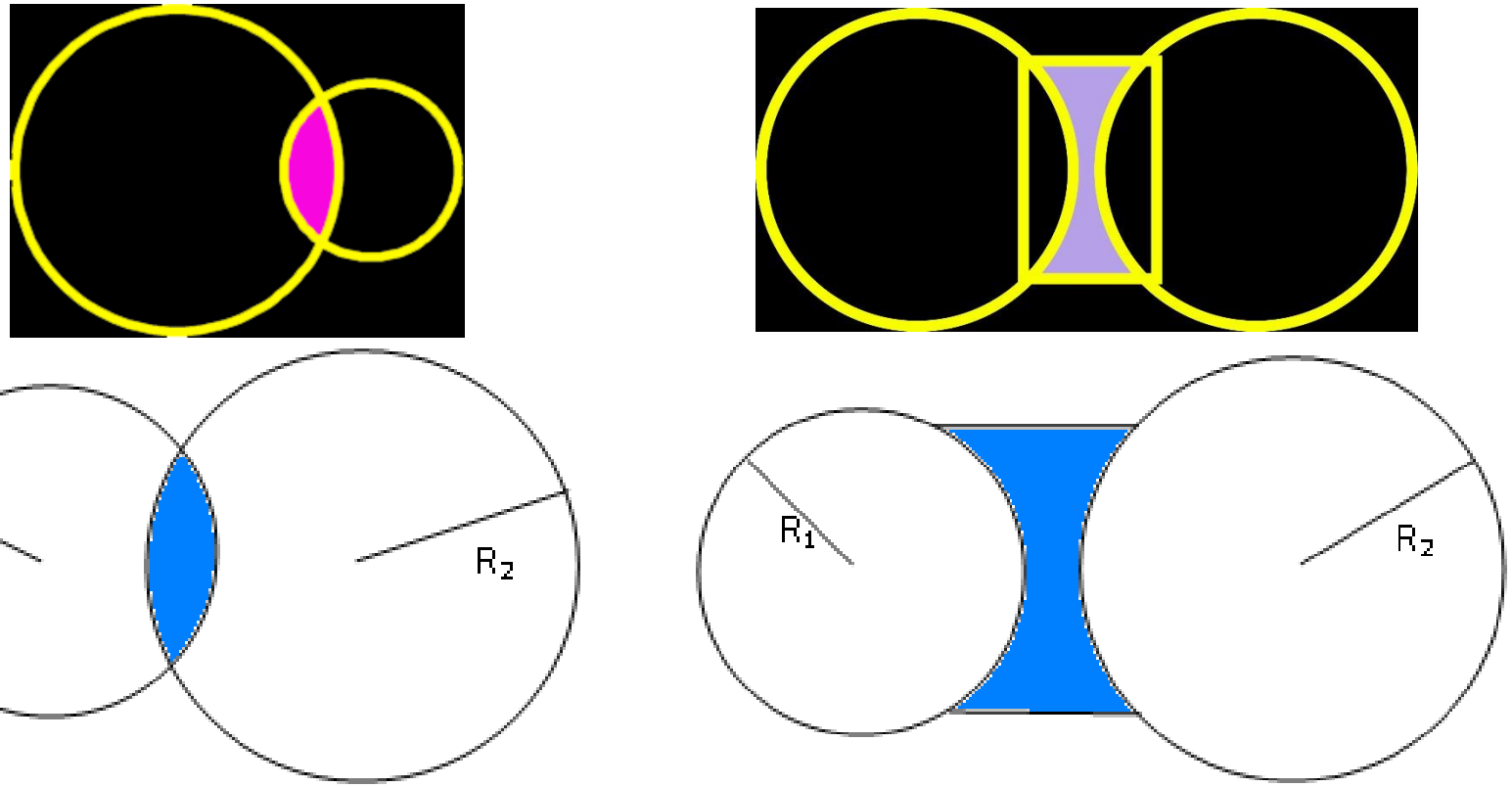
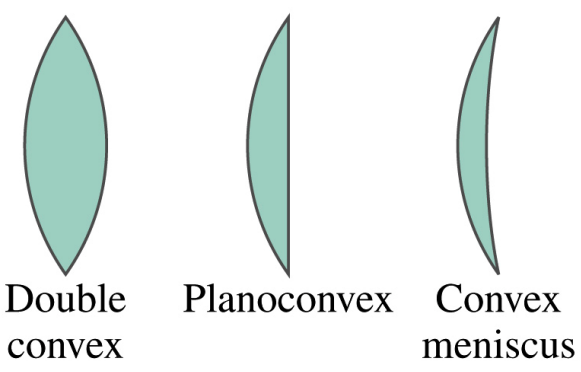
Thin lenses and optical instruments



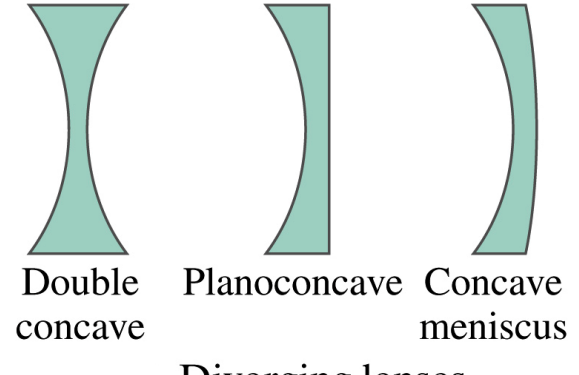
Easiest lenses to make have two different spherical sides, one from sphere of radius R_1, other with radius of R_2. These radii can be positive or negative, in which case one has respectively convex or concave lenses.

Thin lenses and optical instruments

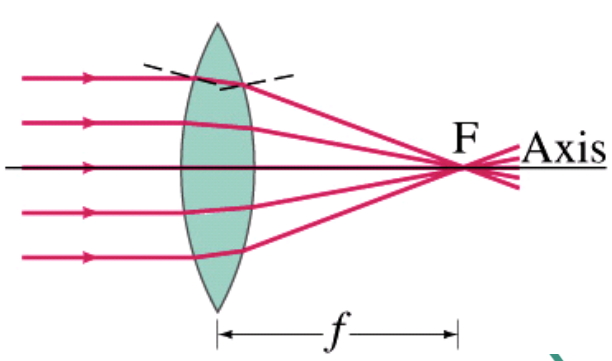
Converging and Diverging Kinds of Lenses

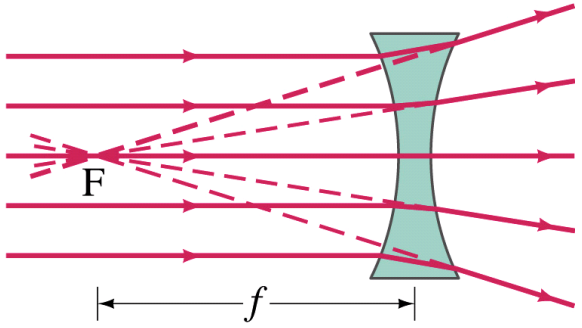


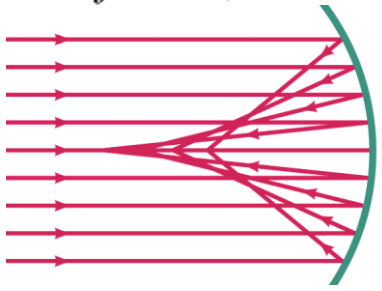
Converging lenses

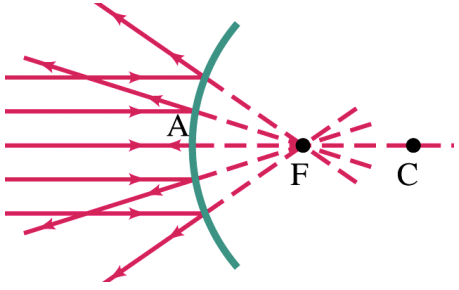


Diverging lenses

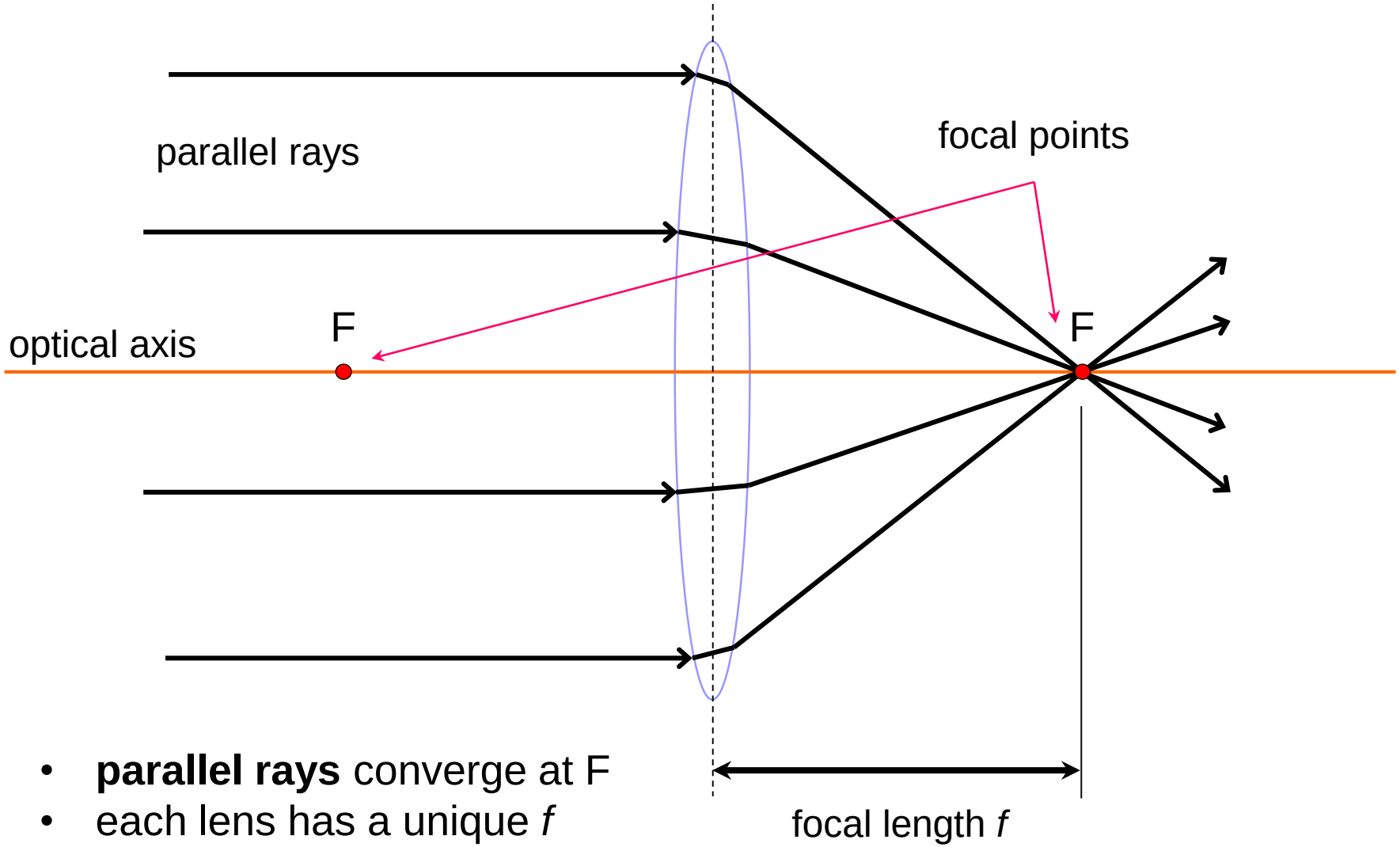






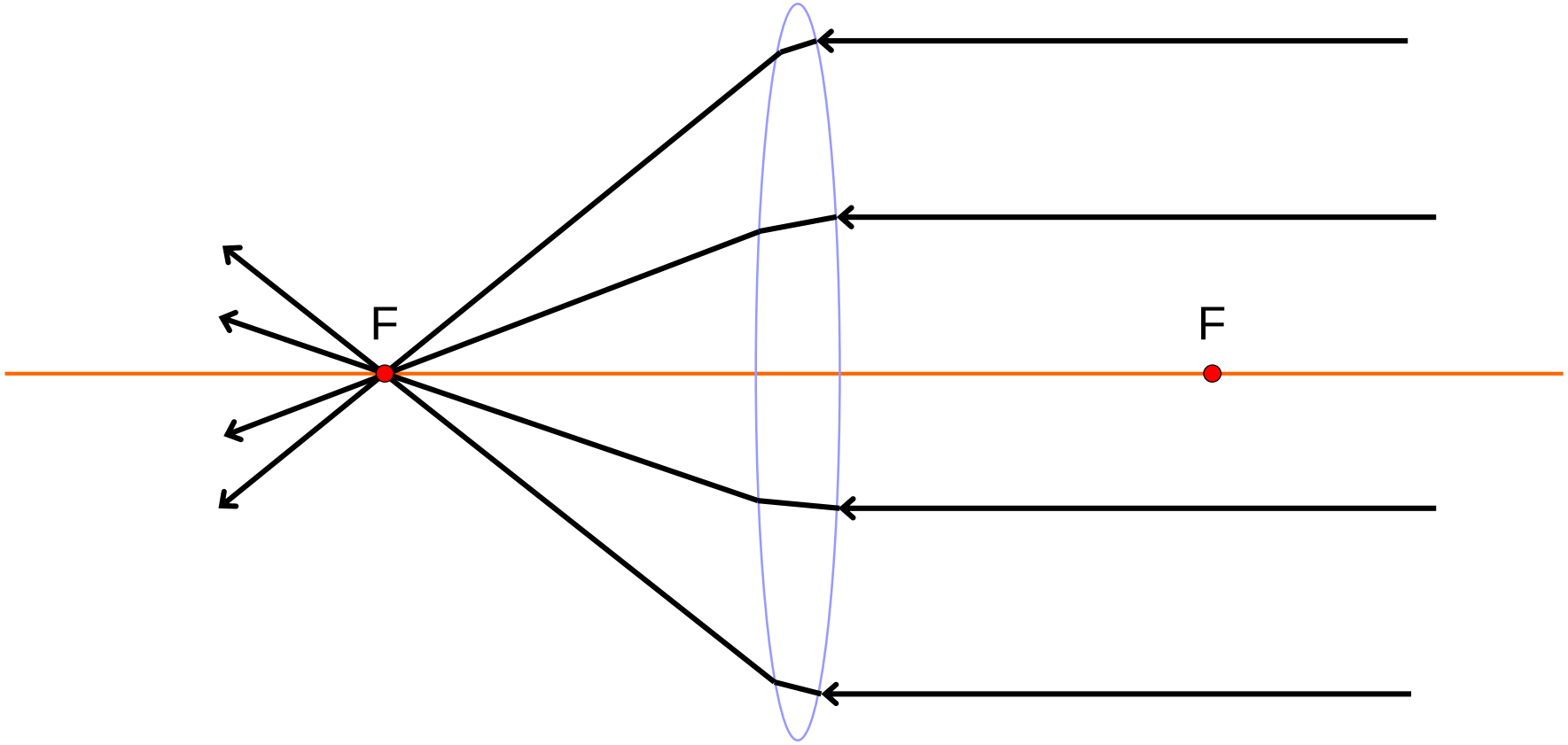


Converging Lens

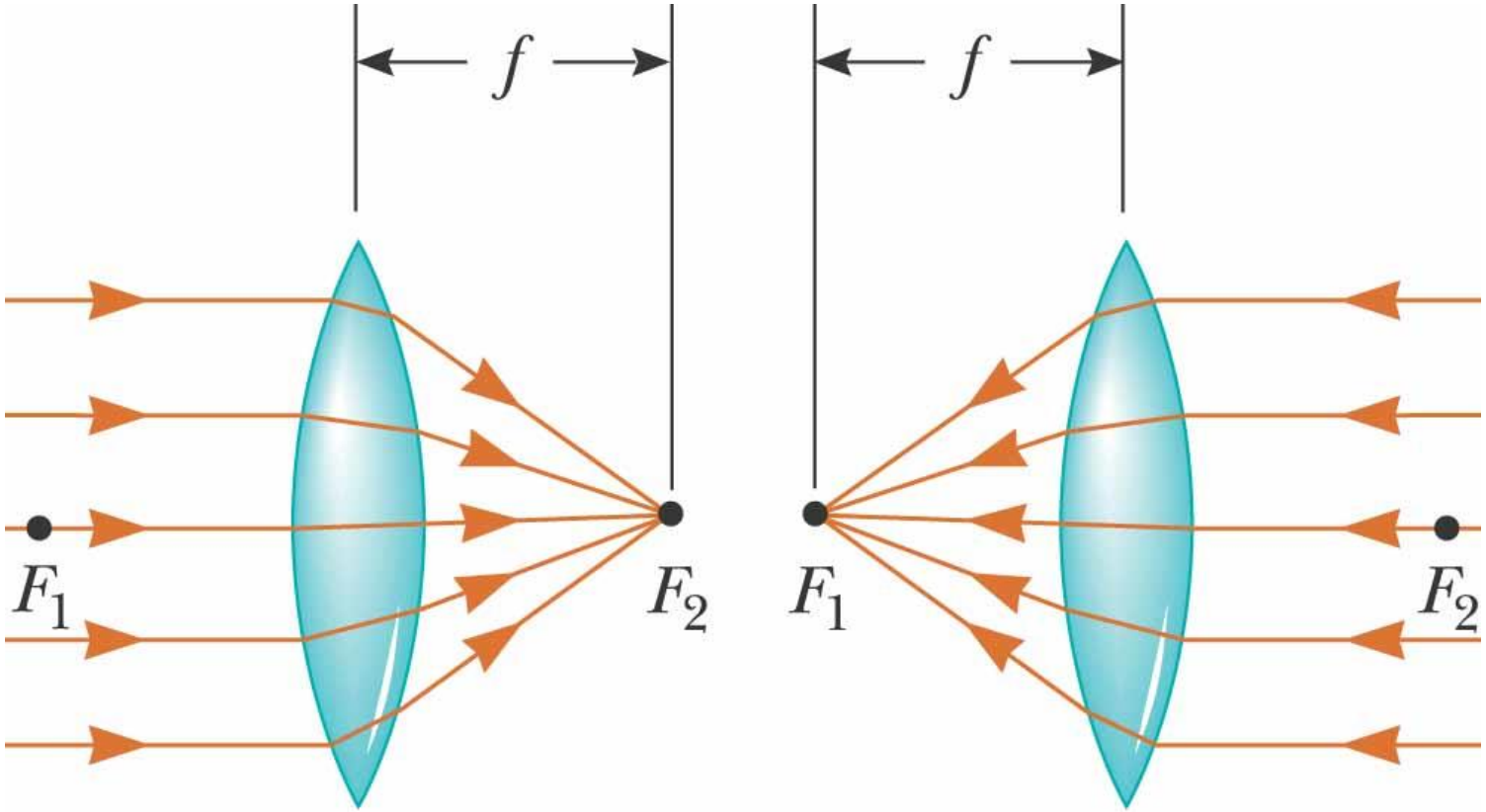


- **parallel rays** converge at F
- each lens has a unique *f*

Two Sides - Two Focal Points



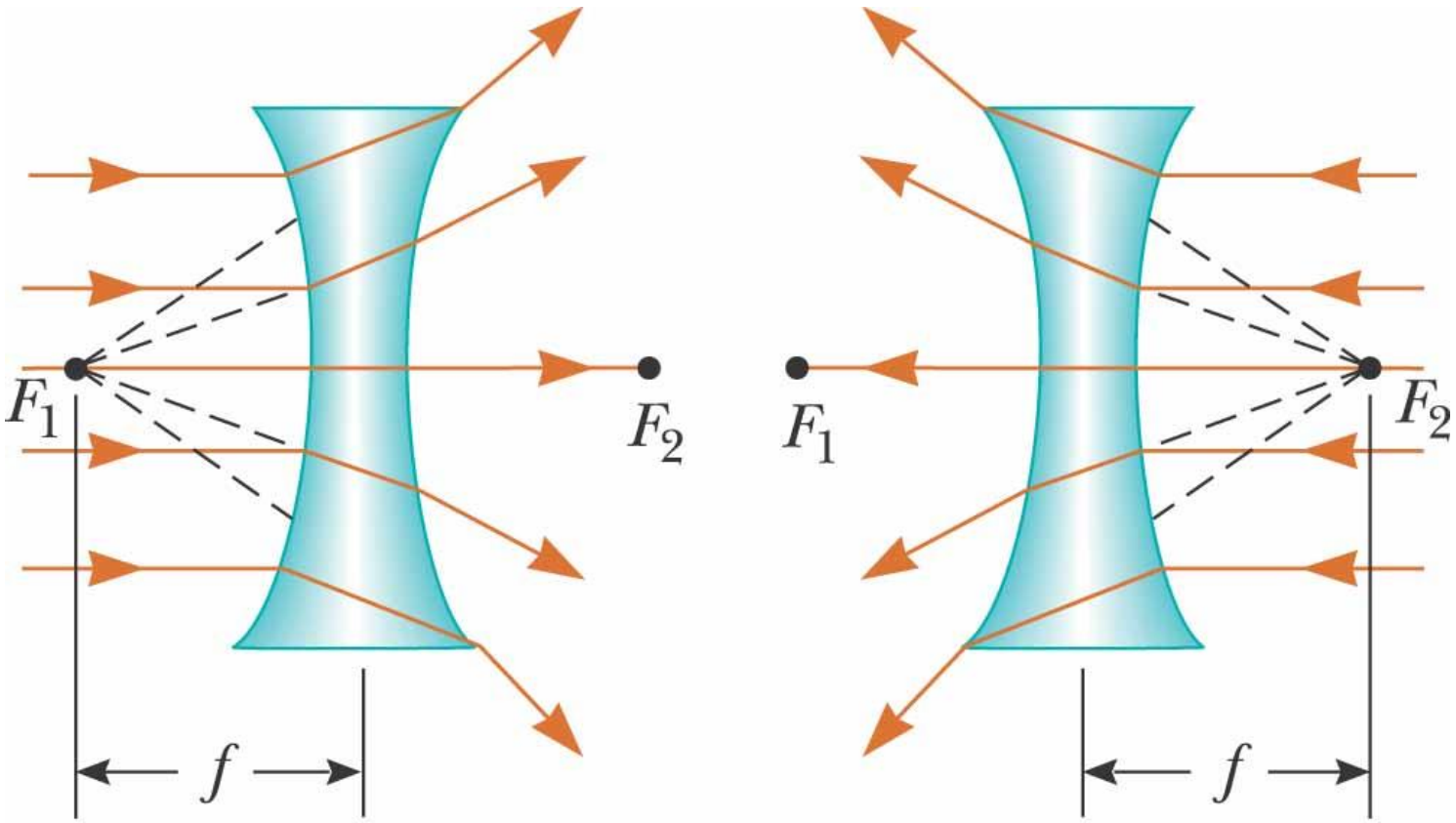
Thin lenses and optical instruments



(a)

©2004 Thomson - Brooks/Cole

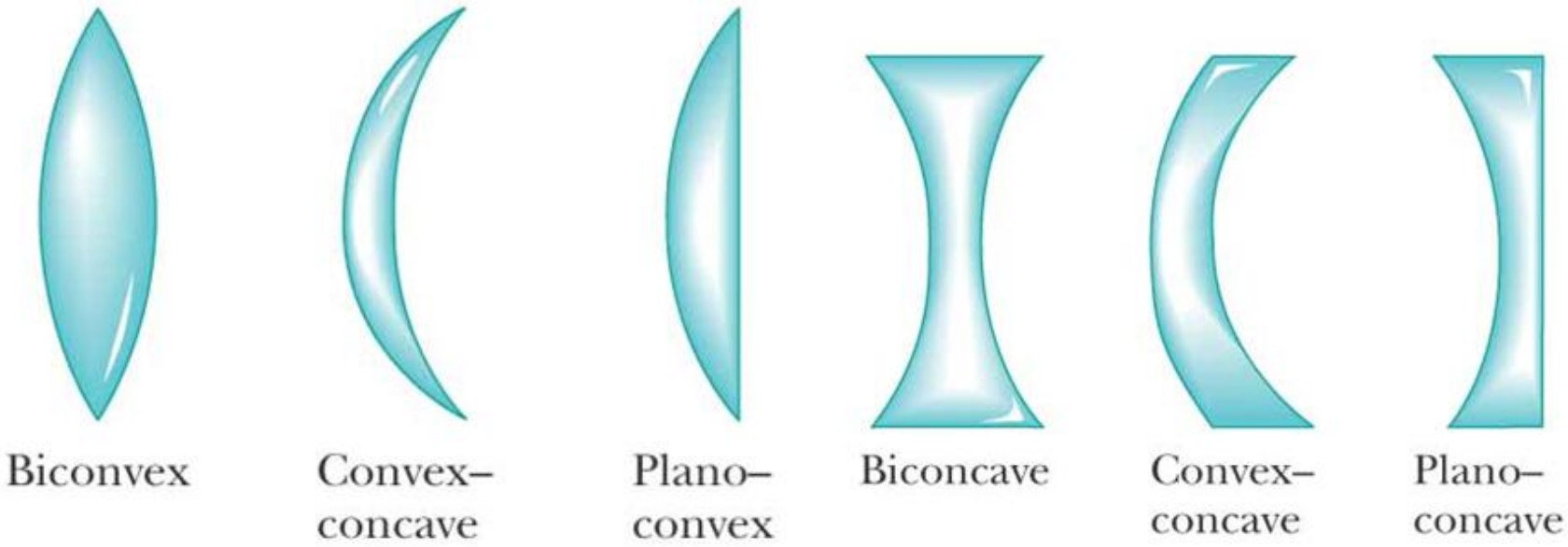
Thin lenses and optical instruments



(b)

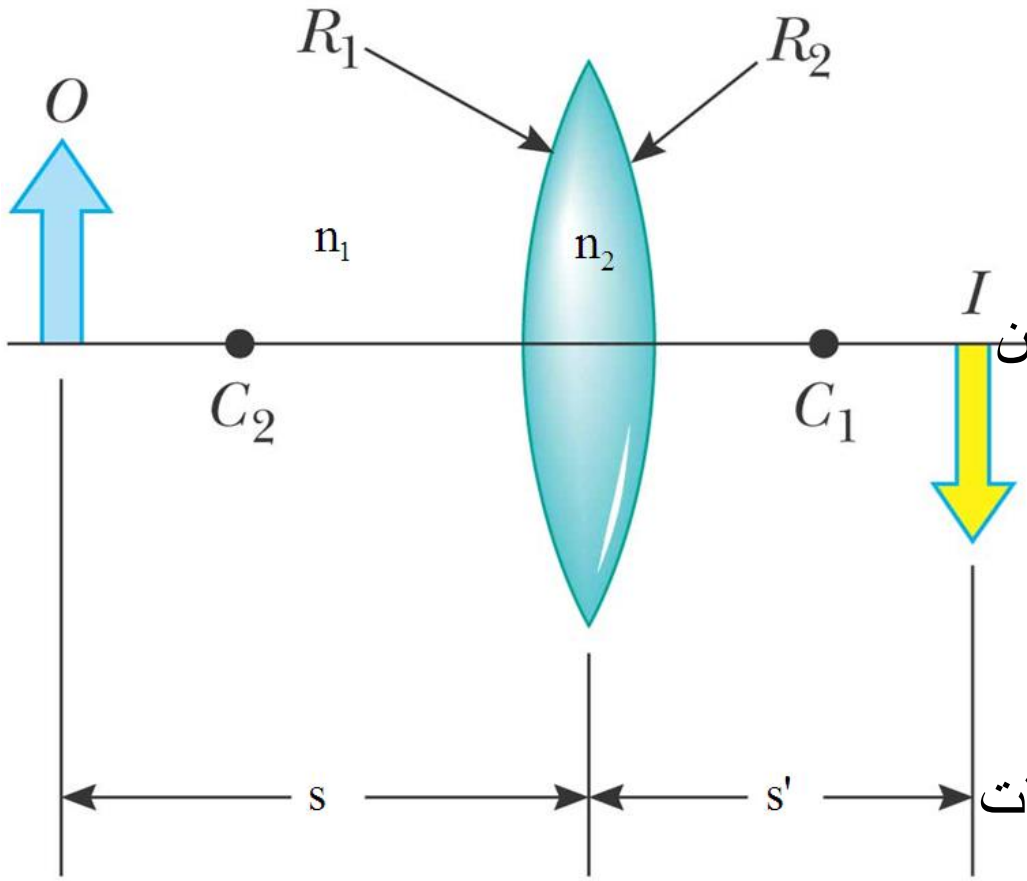
©2004 Thomson - Brooks/Cole

Thin lenses and optical instruments



Thin lenses and optical instruments

في حالة العدسات الرقيقة:



$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

(للهواء) إذا: $n_1=1$ بما أن

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

وهي علاقة صانعي العدسات

©2004 Thomson - Brooks/Cole

أما القانون العام للعدسات فهو:

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

يعطى التكبير الجانبي في العدسات بالعلاقة:

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

diopter : قدرة أو قوة العدسة بوحدت الديوبتر

$$P = \frac{1}{f}$$

بالمترfحيث يقاس البعد البؤري

Thin lenses and optical instruments

حالات تكون الصورة بواسطة العدسة المحدبة

موقع وحجم الصورة المتكونة بعدسة محدبة يعتمد على موقع الجسم امام المرآة كالتالي:

1- إذا كان الجسم على بعد s < f الصورة خيالية مكبرة ومعتدلة وفي نفس جهة الجسم.

2- إذا كان الجسم في البؤرة s = f لا يوجد صورة.

3- إذا كان الجسم على بعد 2f > s > f الصورة حقيقية مكبرة ومقلوبة.

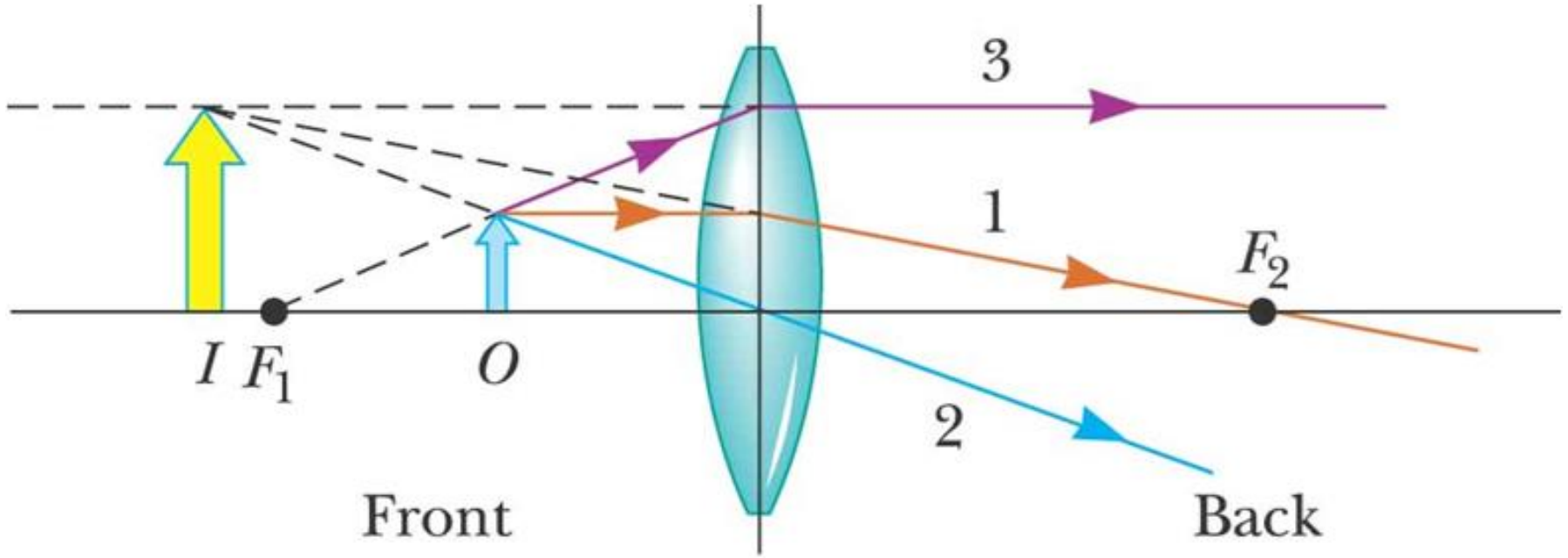
4- إذا كان الجسم على بعد s = 2f الصورة حقيقية مساوية ومقلوبة.

5- إذا كان الجسم على بعد s > 2f الصورة حقيقية مصغرة ومقلوبة.

6- إذا كان الجسم في اللانهاية فإن صورته تكون حقيقية مصغرة جدا ومقلوبة (نقطية).

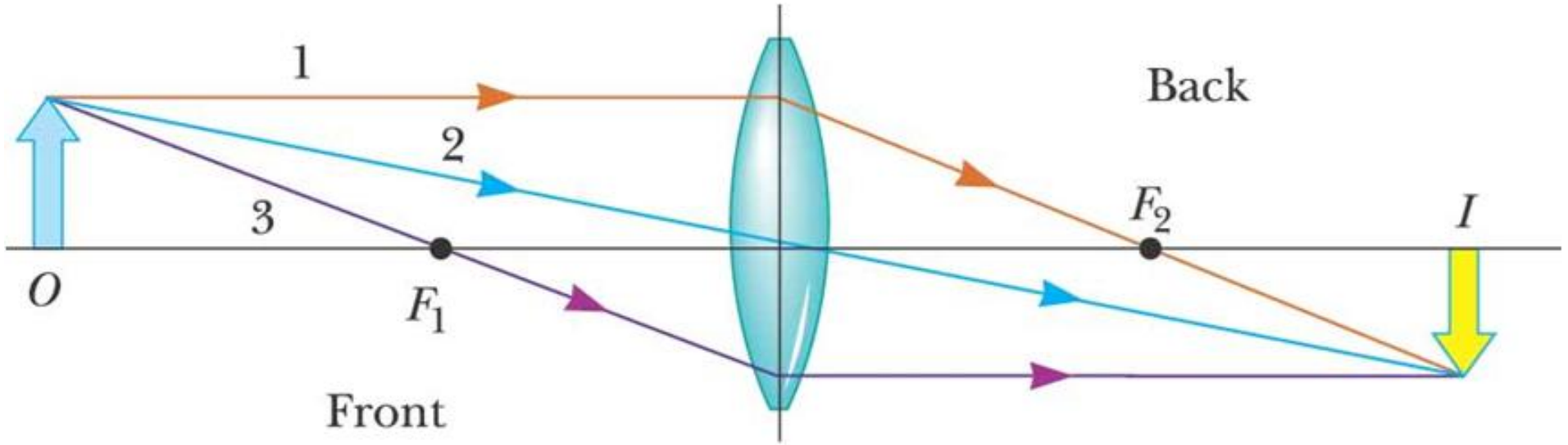
Thin lenses and optical instruments

الصورة **خيالية مكبرة** إذا كان الجسم على بعد s < f
ومعتدلة وفي نفس جهة الجسم.

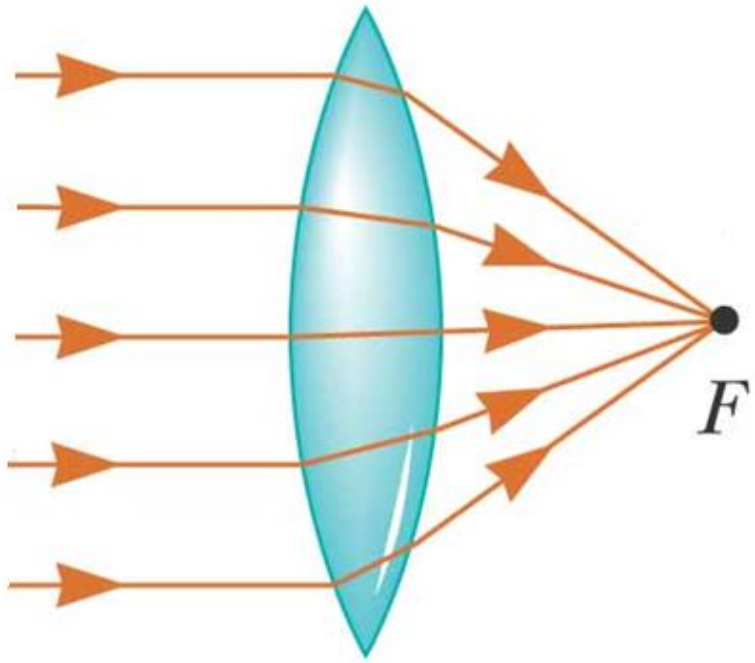


Thin lenses and optical instruments

الصورة حقيقية مساوية ومقلوبة.2f = sإذا كان الجسم على بعد

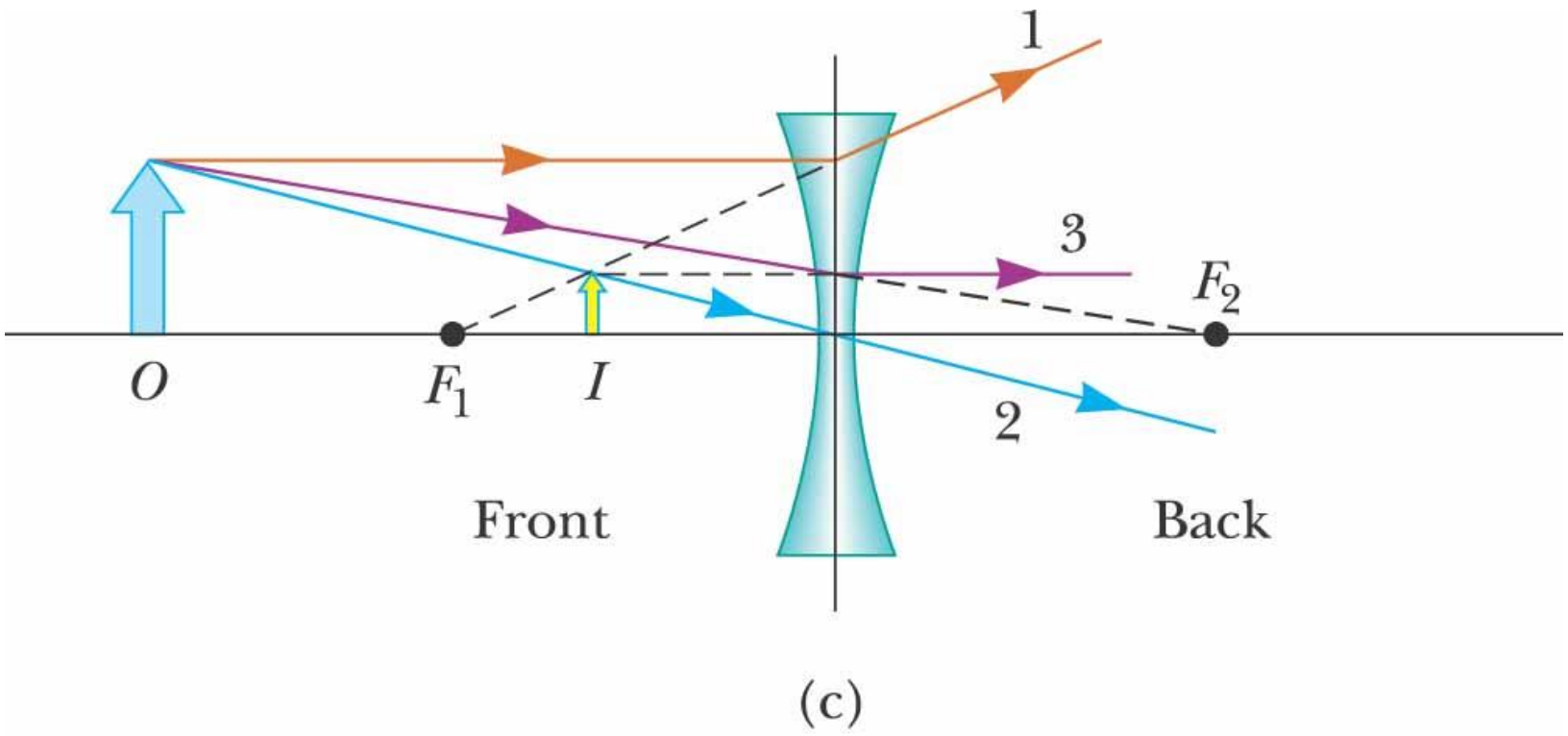


Thin lenses and optical instruments



Thin lenses and optical instruments

بالنسبة للعدسة المقعرة فالصورة تكون دائما خيالية مصغرة ومعتدلة وفي نفس الجهة الموجود فيها الجسم، مهما كان بعد الجسم عن العدسة.



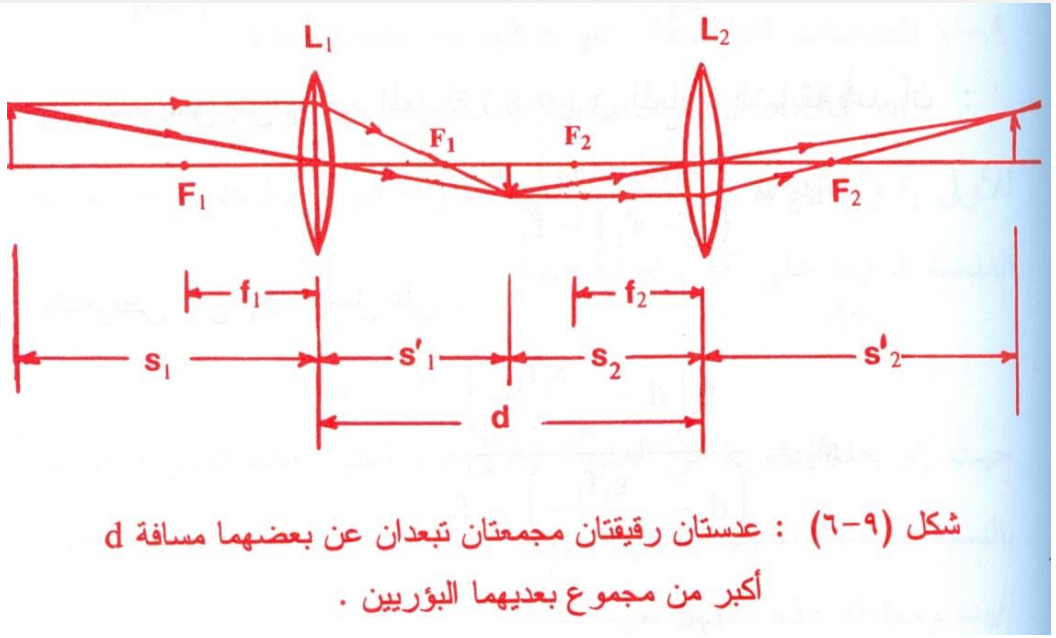
(c)

©2004 Thomson - Brooks/Cole

Thin lenses and optical instruments

- قاعدة الإشارات
- s موجبة إذا كان الجسم أمام العدسة وسالبة خلف العدسة.
- s’ موجبة خلف العدسة وسالبة أمام العدسة (في نفس جهة الجسم).
- f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.
- R موجبة إذا كان مركز التكور عكس اتجاه الأشعة الساقطة، وسالبة إذا كان في نفس اتجاه الأشعة الساقطة.

Thin lenses and optical instruments



شكل (٩-٦) : عدستان رقيقتان مجمعتان تبعدان عن بعضهما مسافة d أكبر من مجموع بعديهما البؤريين .

العدسات الرقيقة المركبة

التكبير الكلي هو:

$$M = M_1 M_2$$

$$= \left(-\frac{s'_1}{s_1}\right)\left(-\frac{s'_2}{s_2}\right) = \frac{s'_1 s'_2}{s_1 s_2}$$

حيث تكون الصورة المتكونة بواسطة العدسة الأولى جسم للعدسة الثانية

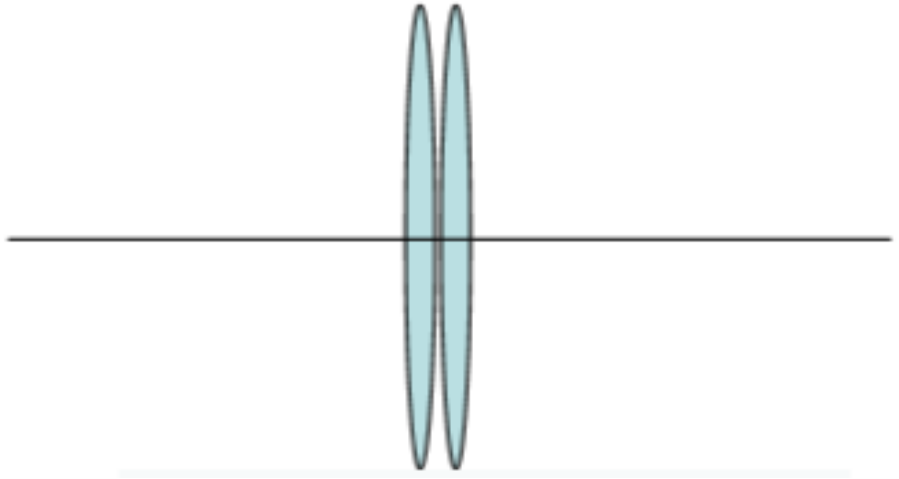
$$S'_2 = \left[\frac{f_2 d - \left(\frac{S_1 f_1 f_2}{S_1 - f_1}\right)}{d - \left(\frac{S_1 f_1}{S_1 - f_1}\right) - f_2}\right]$$

- بعد الصورة النهائية التي تكونها مجموعة مركبة من عدستين رقيقتين لجسم يبعد مسافة S_1 من المجموعة (العدسة الأولى)

$$s_2 = d - s'_1$$

Thin lenses and optical instruments

إذا كانت العدستان متلاصقتان فإنهما تكافئان عدسة واحدة بعدها البؤري:



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

- f البعد البؤري الكلي لمجموعة العدسات المتلاصقة
- f1 البعد البؤري للعدسة الأولى
- f2 البعد البؤري للعدسة الثانية

Thin lenses and optical instruments

مثال : عدستان محدبتان رقيقتان بعدهما البؤريان 10 cm و 5 cm ، وضع 10 cm ويبعدان عن بعضهما مسافة منها، أوجد:7.5 cmجسم يسار العدسة الأولى وعلى بعد
أ) بعد الصورة النهائية.
ب) التكبير النهائي الناتج من المجموعة.

تكون الصورة المتكونة بواسطة العدسة الأولى جسم للعدسة الثانية

$1/S1` + 1/S = 1/f$
$1/7.5+1/S` =1/5$
$1/S1`=1/5-1/7.5=1/15$
$S1` = 15$ cm
الإشارة موجبة الصورة حقيقية
الصورة بمثابة جسم للعدسة الثانية
$S2 =d-S1` = 10-15=-5$ cm

$1/S2` + 1/S2 = 1/f2$
$1/S2` +1/-5=1/10$
$1/S2` =1/10+1/5=1+2/10$
$S2` = 10/3 =3.33$ cm
الإشارة موجبة الصورة حقيقية
3.33 cm وتبعد عن العدسة الثانية

$M1 = -S`1/S1 = -15/7.5 = -2$
$M2 = -S`2/S2 = (10/3)/-5 = 2/3$
$M = M1M2$
$= (-2)(2/3)= -4/3$
أي ان الصورة النهائية المتكونة حقيقية ومقلوبة بالنسبة للجسم الأصلي ومكبرة مرة وثلث

عيوب العدسات: Lens Aberrations

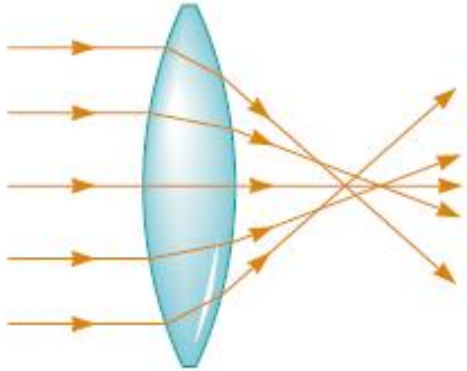


Figure 36.34 Spherical aberration caused by a converging lens. Does a diverging lens cause spherical aberration?

أولاً: الزوغان الكروي: Spherical Aberrations

هو عدم قدرة العدسة الكروية على تجميع الأشعة الالمتوازية جميعها في نقطة واحدة.

السبب: اتساع سطح العدسة.

العلاج: مراعاة أن الأشعة الضوئية التي تسقط على العدسة تسقط قريبة من المحور.

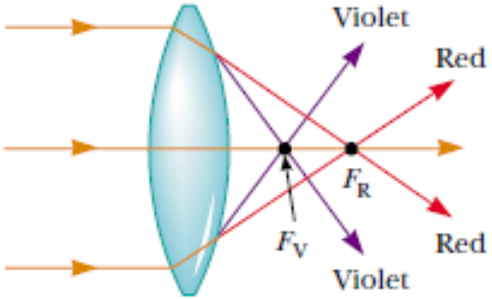


Figure 36.35 Chromatic aberration caused by a converging lens. Rays of different wavelengths focus at different points.

ثانياً: الزوغان اللوني: Chromatic Aberrations

هو ظهور الجسم محاطاً بالألوان بسبب انكسار الضوء في العدسة بزوايا مختلفة.

السبب: استخدام عدسة واحدة.

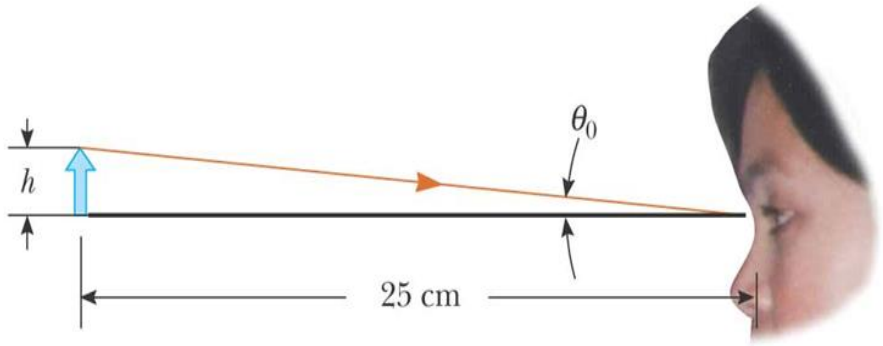
العلاج: استخدام العدسات اللالونية وهو نظام مكون من عدستين أو أكثر بمعاملات انكسار مختلفة (عدسة محدبة وعدسة مقعرة).

Thin lenses and optical instruments

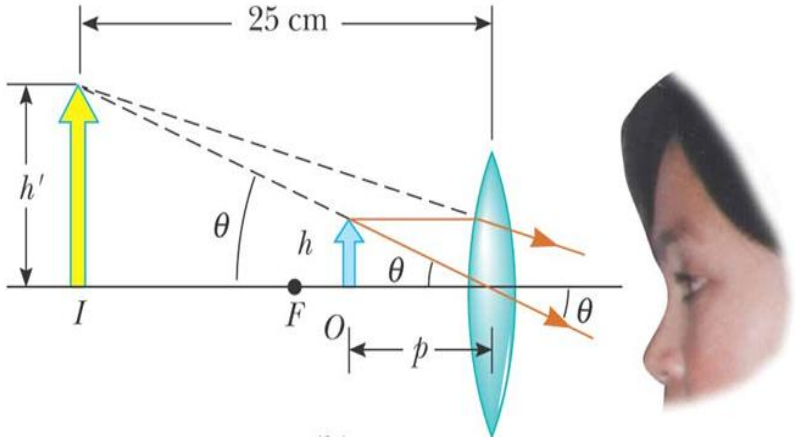
المجهر البسيط

يستطيع صاحب النظر الطبيعي أن يرى جسما بوضوح عن عينيه. 25 cm إذا كان على بعد لا يقل عن

العدسة في المجهر البسيط تزيد من الحجم الزاوي حيث تتكون أمام العين صورة خيالية مكبرة ومعتدلة. وتكبير الجسم يعطى بالعلاقة:



(a)

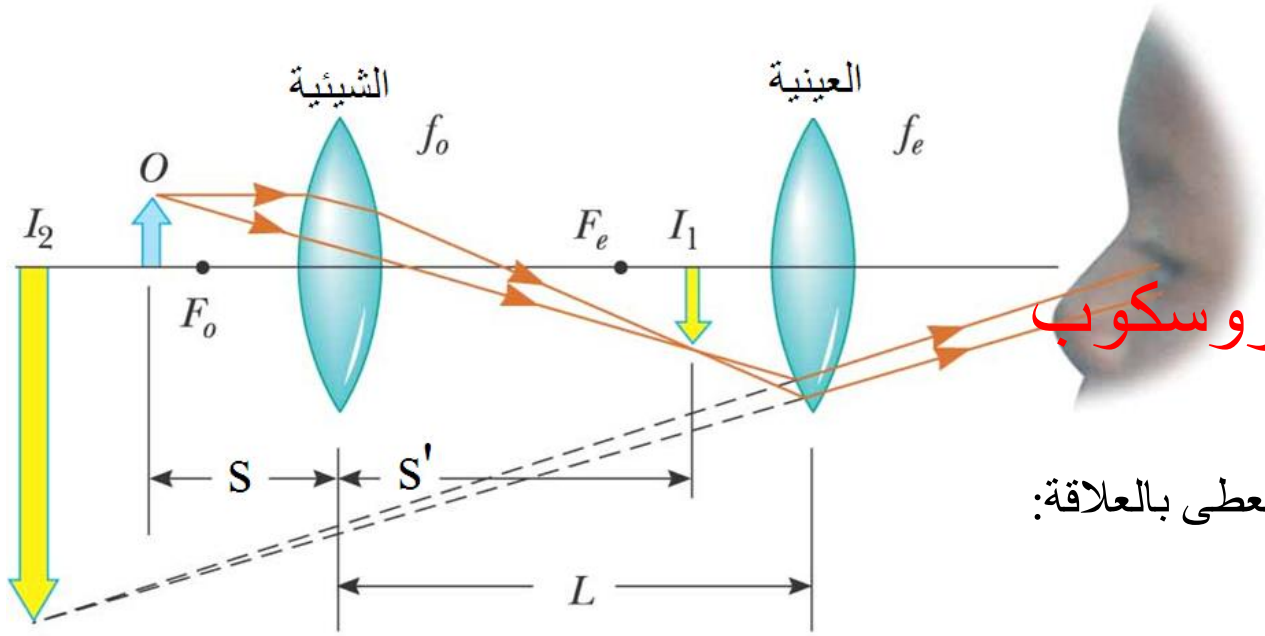


$$m = \frac{25\,cm}{f}$$

وأعلى قيمة للتكبير هي:

$$m = 1 + \frac{25\,cm}{f}$$

Thin lenses and optical instruments



الميكروسكوب

التكبير في الميكروسكوب يعطى بالعلاقة:

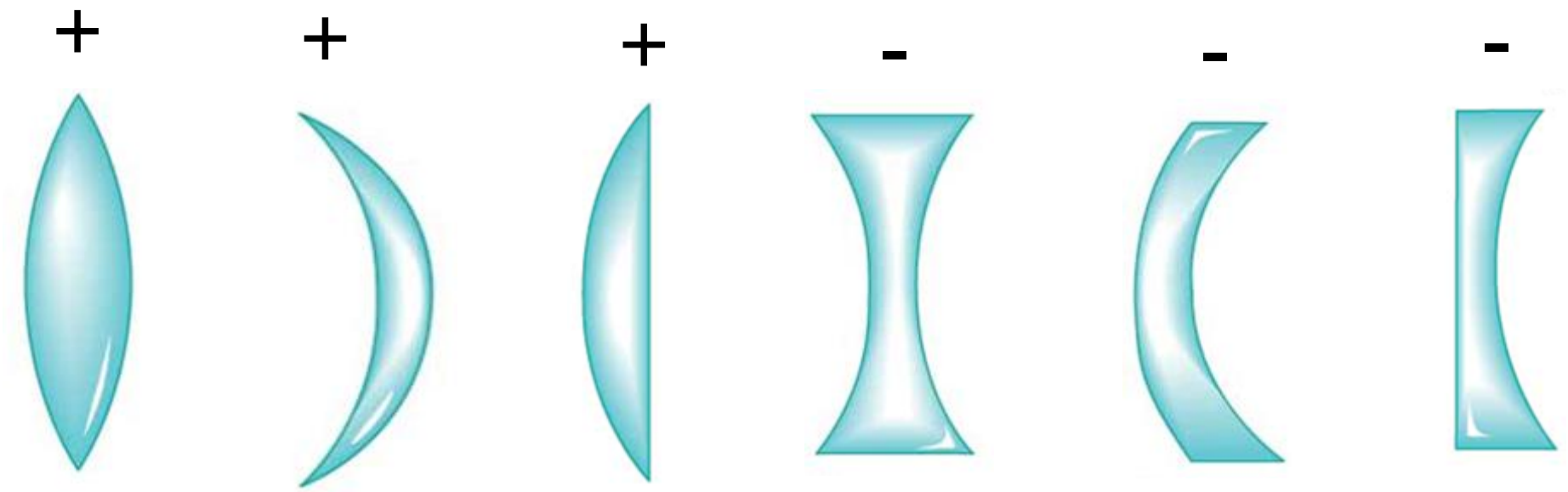
$$M = M_o M_e = \frac{-L}{f_0}\left(\frac{25\,cm}{f_e}\right)$$

وأعلى قيمة للتكبير هي:

$$M = M_o M_e = \frac{-L}{f_0}\left(1+\frac{25\,cm}{f_e}\right)$$

7-1).ما هو نوع العدسة في الأشكال التالية هل هي مجمعة ام مفرقة ملاحظة انصاف الأقطار الموضحة على اعتبار ان الضوء يسقط على العدسات من اليسار.

Solution



R1 > R2 **R1 > R2** **R2 → ∞** **R1 < R2** **R1 < R2** **R1 → ∞**

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

f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.

7-2) عدسة أحد سطحيها محدب ونصف قطره 10 cm والسطح الأخر مقعر ونصف قطره 20cmومعامل انكسار مادتها هو 1.54 أحسب بعدها البؤري وبين نوعها مجمعة ام مفرقة

Solution

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

1/f = (1.54 – 1)(1/10 – 1/20)
1/f = (0.54)(2-1/20)
1/f = 0.027
f = 37.037 cm

f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.

7-3) عدسة أحد سطحيها محدب ونصف قطره 10 cm والسطح الأخر مقعر ونصف قطره 20cmومعامل انكسار مادتها هو 1.54 وضعت في سائل شفاف معامل انكساره 1.6 أحسب بعدها البؤري وبين نوعها مجمعة ام مفرقة

Solution

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

1/f = (1.6/1.54 – 1)(1/10 - - 1/20)
1/f = (1.6/1.54 – 1)(1/10 +1/20)

1/f = (0.038)(3/20)
1/f = 0.0057
f = 175.438 cm

f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.

7-6) عدسة مجمعة بعدها البؤري f أوجد بعد الجسم إذا كانت الصورة حقيقية وضعف حجم الجسم ، خيالية وضعف حجم الجسم

Solution

إذا كان الجسم على بعد $f < s < 2f$ الصورة حقيقية مكبرة ومقلوبة.

إذا كان الجسم على بعد $s < f$ الصورة خيالية مكبرة ومعتدلة وفي نفس جهة الجسم.

7-7) عدسة محدبة الوجهين ونصف قطر تكور كل من وجهيها 30 cm ومعامل انكسار مادتها هو 1.50 أحسب البعد البؤري في الهواء وعندما تغمر في الماء الذي معامل انكساره 1.33

Solution

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

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

1/f = (1.5-1) (1/30--1/30)

1/f = 1/30

f=30 cm

1/f = (1.33/1.5-1) (1/30+1/30)

1/f = -17/2250

f= -132.35cm

7-8) عدسة محدبة الوجهين نصف قطري سطحيهما هما 15 cm , 20 cm وضع جسم على بعد 25 cm منها فتكونت له صورة حقيقية على بعد 30 cm احسب معامل انكسار مادة العدسة

Solution

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

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

1/f = (1/25) +(1/30)

1/f = 11/150

f=150/11

f= 13.63 cm

1/13.63 = (n-1) (1/20+1/15)

1/13.63 = (n-1) (7/60)

n= 1.62

7-9) وضع جسم على بعد 30 cm أمام عدسة فتكونت له صورة على حاجز يبعد 10 cm خلف العدسة احسب البعد البؤري للعدسة احسب معامل التكبير هل العدسة مفرقة ام مجمعة .

Solution

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

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

1/f = (1/30) +(1/10)

1/f = 4/30

f=30/4

f= 7.5 cm

M = (-10/30)= 0.33

العدسة محدبة

f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.

7-10) وضع جسم حقيقي على بعد 18 cm إلى اليسار من عدسة مفرقة بعدها البؤري 30 cm احسب موقع الصورة ومعامل التكبير .

Solution

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

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

1/-30 = (1/18) +(1/S`)

1/S` = 1/30 – 1/18

1/S`=-1/45

S`= 45 cm

M = (-45/18)= 2.5

العدسة مفرقة

7-11) وضع جسم حقيقي على بعد 12 cm إلى اليسار من عدسة مفرقة بعدها البؤري 6 cm وضعت عدسة مجمعة بعدها البؤري 12 cm. علي بعد d يمين العدسة المفرقة. اوجد المسافة d والتي بموجبها تكون الصورة النهائية في اللانهاية.

Solution

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

$$s_2 = d - s'_1$$

1/-6 = (1/12) +(1/S`)

1/S` = -1/6 – 1/12

1/S`=-1/4

S`= -0.25 cm

1/12 = (1/S)+(1/S`).

1/S`= 0

S`=∞

S = 12 cm

d= 12-0.25= 11.75 cm

7-12) وضع جسم حقيقي على بعد 12 cm إلى اليسار من عدسة مفرقة بعدها البؤري 6 cm وضعت عدسة مجمعة بعدها البؤري 12 cmمتلاصقتين كم يكون قدرة العدسة المكافأة بالديوبتر؟

Solution

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

1/f = (1/-6) +(1/12)

1/f = - 1/12

f = -12 cm

$$P = \frac{1}{f}$$

P= 1/12x10^{-2} = 8.33 D.

7-13) وضع جسم حقيقي على بعد 30 cm إلى اليسار من عدسة مجمعة بعدها البؤري 20 cm ووضعت عدسة مجمعة بعدها البؤري 5 cm على مسافة 50 cm أوجد موضع الصورة النهائية، واذا كان طول الجسم 1 cm فكم طول الصورة النهائية وهل هي حقيقية ، وإذا تلاصقت العدستان فكم يكون البعد البؤري واحسب موضع الصورة لجسم وضع على بعد 4 cm من المجموعة واوجد قدرة العدسة المكافأة للمجموعة.

Solution

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

1/S` + 1/S = 1/f
1/S`+1/30=1/20
1/S`=1/20-1/30=1/60
S` = 60 cm
الإشارة موجبة الصورة حقيقية

$$s_2 = d - s'_1$$

الصورة بمثابة جسم للعدسة الثانية
S2 =d-S1 = 50-60=-10 cm

1/S2` + 1/S2 = 1/f2
1/S2` +1/-10=1/5
1/S2` =1/10+1/5=1+2/10
S2` = 10/3 =3.33 cm
الإشارة موجبة الصورة حقيقية
وتبعد عن العدسة الثانية 3.33 cm

1/S` + 1/S = 1/f
1/S`+1/4=1/4
1/S`=0
S` = ∞

$$P=\frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$$

1/f = (1/20) +(1/5)
1/f = 1/4
f = 4 cm
P= ¼ x 10^{-2} = 25 D.

7-14) جمعت ثلاث عدسات رقيقة ووضعت متلاصقة فإذا كانت ابعادها البؤرية هي : +10 cm +30 cm, -20 cm اوجد البعد البؤري وقدرة للمجموعة.

Solution

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

1/f = (1/10) +(1/-20) + (1/30)

1/f = 1/12

f = 12 cm

$$P = \frac{1}{f}$$

P= 1/12x 10^{-2} = 83 D.

7-15) شخص يستخدم عدسة مجمعة بعدها البؤري 10 cm لتكبير الأشياء ما هي المسافة التي يجب وضع الجسم عندها ليرى صورة واضحة ومكبرة وما هو تكبير العدسة إذا علمت ان الرؤية الواضحة للعين السليمة تكون على بعد مسافة 25 cm .

Solution

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

1/25 + 1/S = 1/10

1/S=1/10-1/25=3/50

S = 16.66 cm

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{s'}{s}$$

M = (25/16.66)= 1.5

7-16) شخص لا يستطيع القراءة على مسافة اقل من 40 cm ما هي قدرة العدسة ونوع العدسة التي تمكنه من القراءة على مسافة 25 cm .

Solution

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

1/40 + 1/25 = 1/f

1/f=13/200

f = 15.38 cm

$$P = \frac{1}{f}$$

$P= 1/15.38x10^{-2} = 65$ D.

f موجبة في العدسة المحدبة، وسالبة في المقعرة.

7-17) المسافة بين العدسة العينية والعدسة الشيئية لميكروسكوب مركب هي 24 cm فإذا كان البعد البؤري للعدسة العينية هو 3 cm والبعد البؤري للعدسة الشيئية هو 0.5 cm فكم التكبير الكلي للميكروسكوب.

Solution

$$M = M_o M_e = \frac{-L}{f_0}\left(\frac{25\,cm}{f_e}\right)$$

-(24/0.5)(25/3) = M

M=400