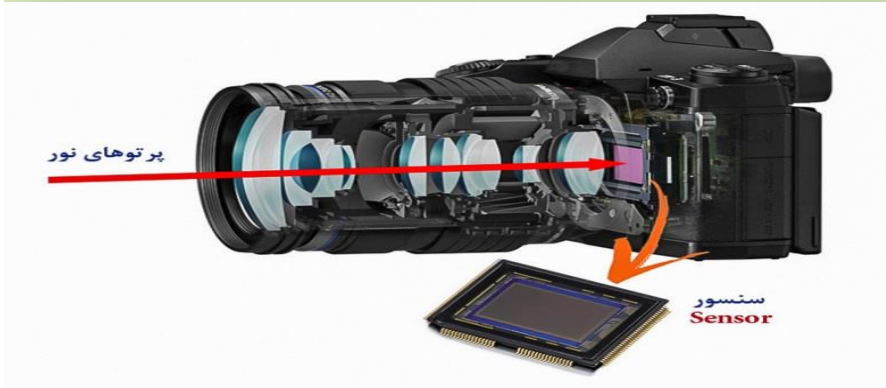
فصل ششم : ابزاربندی اپتیکی

- مقدمه :

در این فصل مبحث مانع ها، مردمک ها و دریچه ها که اهمیت زیادی در ابزار های اپتیکی دارند را بررسی می کنیم.

همچنین در همین فصل ابزارهای اپتیکی مانند دوربین عکاسی، چشمی، منشور، میکروسکوپ و تلسکوپ را مورد مطالعه قرار می دهیم.



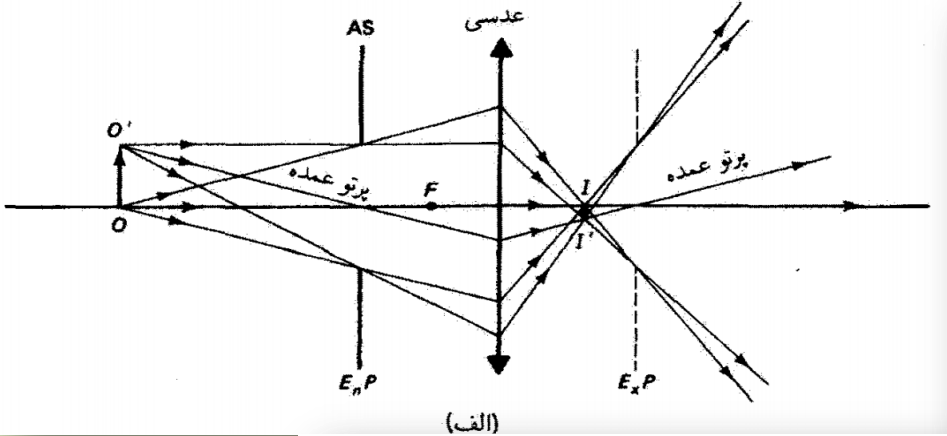
1-6 مانع ها، مردمک ها و دریچه ها

پرتوها زمانی که وارد دستگاه اپتیکی می شوند، بسته به مکان شئ و زاویه ی پرتو، به علت گشودگی محدود عدسی ها یا توسط گشودگی های واقعی که عمداً در دستگاه اپتیکی کار گذاشته شده اند، مسدود می شوند.

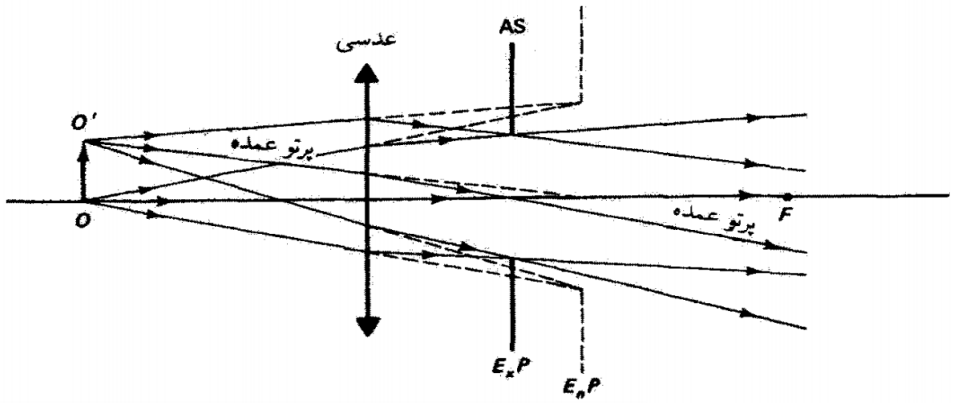
گشودگی ها را برای هدف های مختلفی ایجاد می کنند. یکی از آنها که در فصل قبل مطالعه کردیم کاهش ابیراهی های کروی، آستیگماتیسم و واپیچش است. در کاربرد دیگر آن گشودگی ها را برای ایجاد کناره های واضح در تصاویر به کار می برند. همچنین از آنها برای از بین بردن نورهای ناخواسته ای که از عنصرهای اپتیکی پراکنده می شوند، استفاده می کنند.

- مانع روزنه ای (AS)

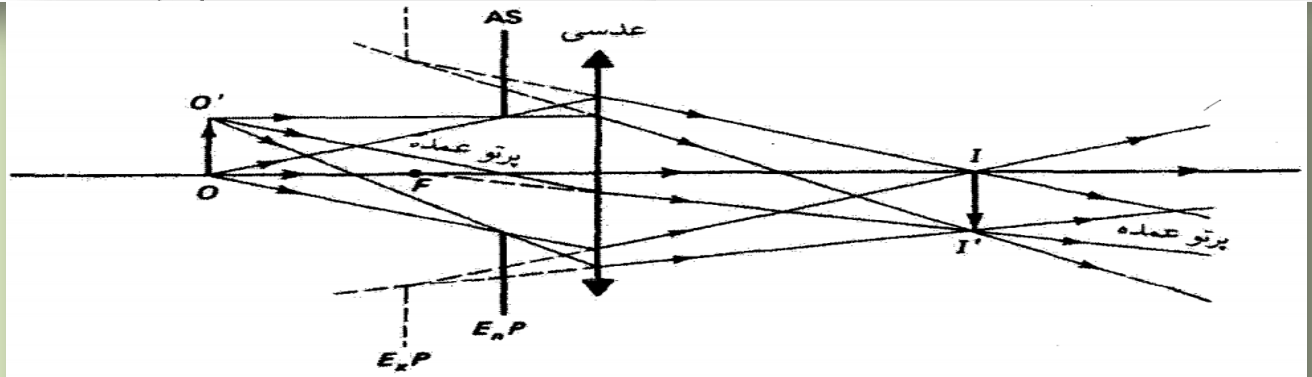
این مانع باعث محدود شدن پرتوهای نور می شوند. که اگر عدسی نزدیک مانع باشد قطر عدسی محدودکننده است. میانبند دوربین عکاسی و عنبیه ی چشم انسان از این نوع مانع اند. همچنین در تلسکوپ عدسی شیئی نقش یک مانع روزنه ای را ایفا می کند که تعیین می کند چه مقدار نور وارد تلسکوپ بشود.



(الف)



(ب)



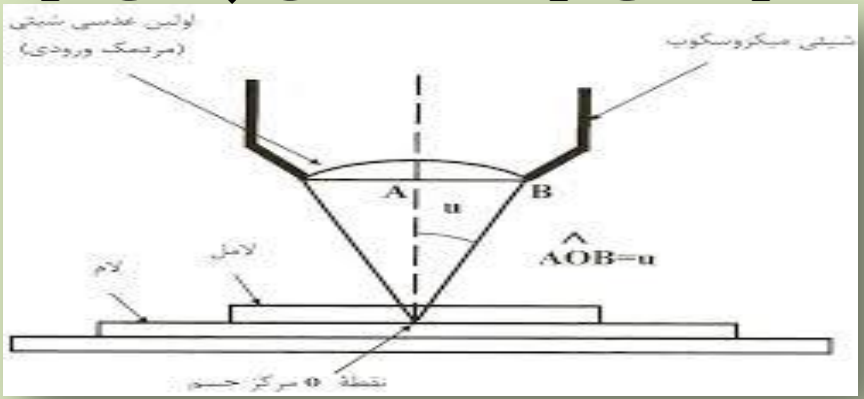
(ج)

شکل ۶ـ۱ محدود شدن پرتوهای نور توسط ترکیبهای مختلفی ازعدسی مثبت و میانبند.

- مردمک ورودی (E_nP):

مردمک ورودی گشودگی محدودکننده ای است که پرتوهای نور، در نگاه از شئ به دستگاه اپتیکی می بینند. مردمک ورودی تصویر مانع روزنه ای توسط عناصر اپتیکی است. همچنین مردمک ورودی عبارت است از تصویر مانع روزنه ای تنظیم کننده ای که توسط عناصر تصویرساز قبل از تشکیل شده است. وقتی مانع روزنه ای تنظیم کننده اولین عنصر از این نوع باشد، خودش به منزله ی مردمک ورودی عمل می کند.

زمانی که مردمک ورودی بعد از عدسی قرار می گیرد، طول عدسی به منزله ی مردمک ورودی عمل می کند. در بعضی از دستگاه های اپتیکی مردمک ورودی همان مانع روزنه ای است.

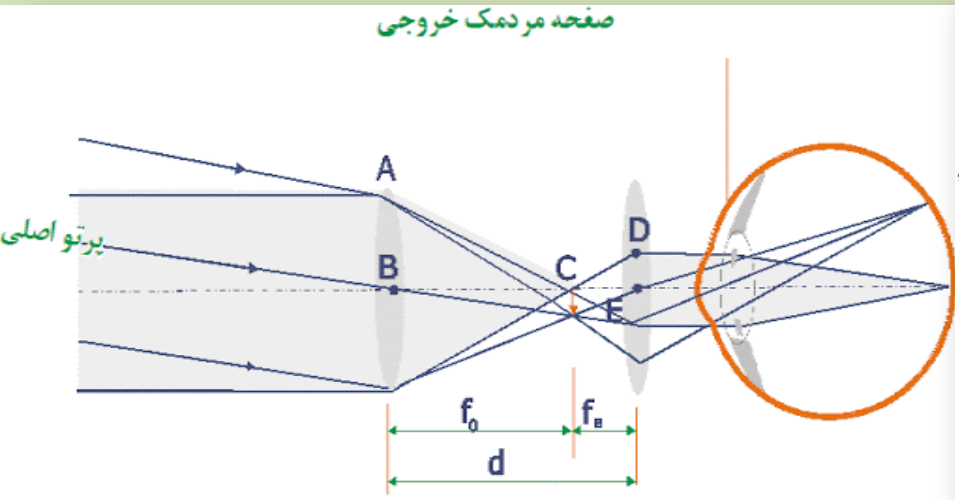


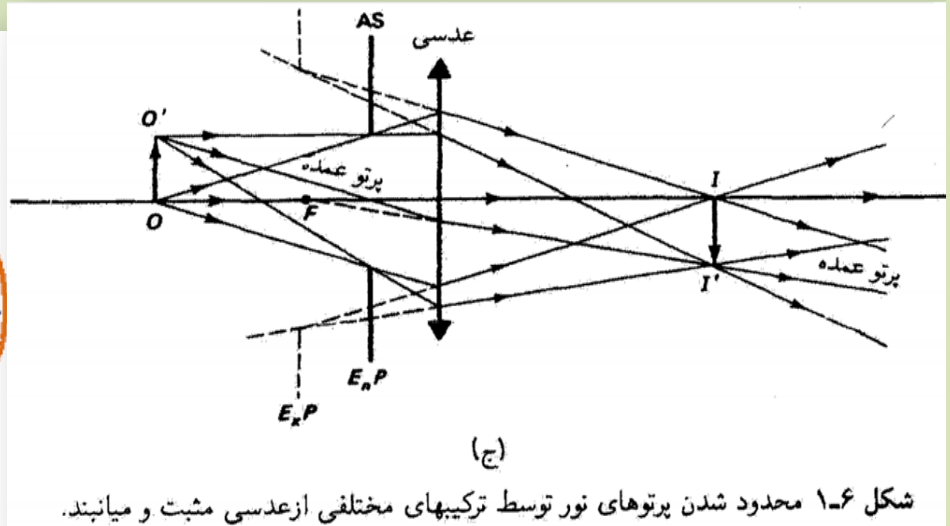
- مردمک خروجی (E_xP)

اگر بخواهیم این ابزار را از فضای تصویر بررسی کنیم می توان به عنوان ابعادی که تمام پرتوها از آن خارج می شوند تعریف کرد.

تعریف دیگر مردمک خروجی *تصویر مانع روزنه ای توسط عناصر اپتیکی بعد از آن است.*

همانطور که در شکل ۶-۱ دیده می شود در هر مورد پرتوهایی که لبه های مردمک ورودی را قطع می کنند، همان پرتوها و یا ادامه ی آنها مردمک خروجی را نیز قطع می کنند.

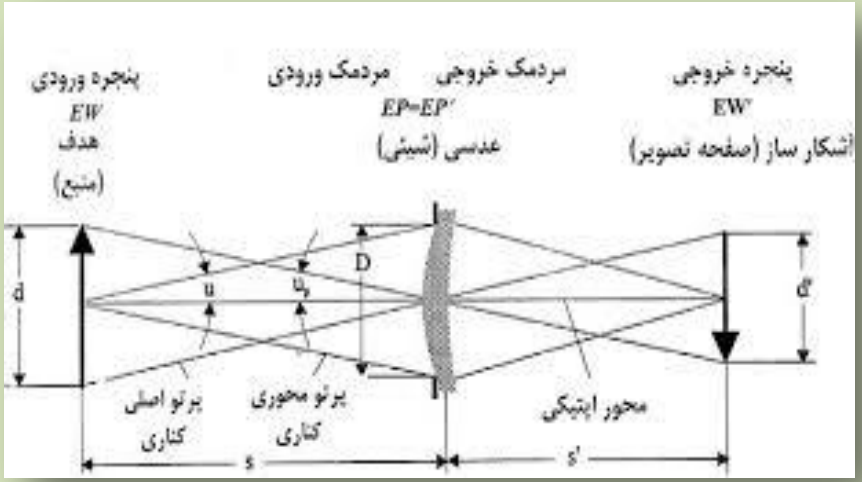




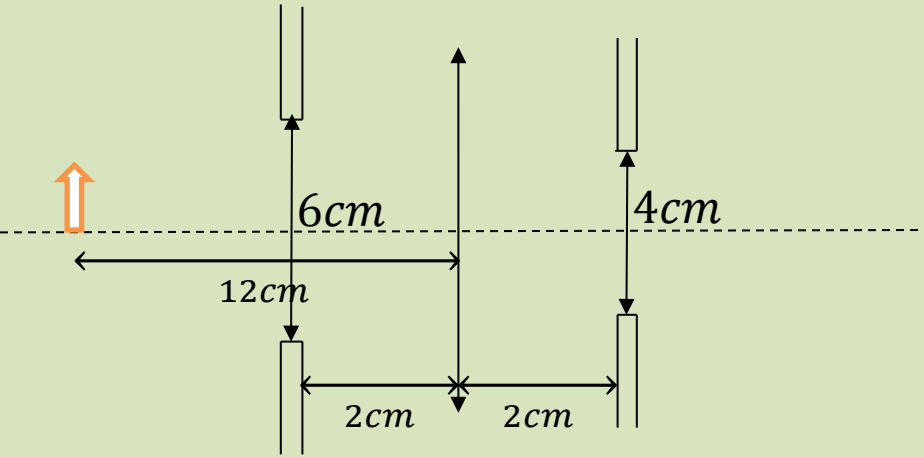
(ج)

شکل ۶ـ۱ محدود شدن پرتوهای نور توسط ترکیبهای مختلفی ازعدسی مثبت و میانبند.

- **پرتو عمده** : پرتو عمده یا اصلی پرتویی است ناشی از شئ که از نقطه ی محوری، در صفحه ی مردمک ورودی می گذرد. به عبارت دیگر پرتوهایی که از مردمک ورودی وخروجی عبور می کنند را پرتوهای عمده می نامند. با توجه به همیوغی مردمک ورودی با مانع روزنه ای و مردمک خروجی، این پرتو باید باید از نقاط محوری آنها هم عبور کند.



- **مثال**: اگر دو مانع روزنه ای مطابق شکل زیر در دستگاه اپتیکی قرار دهیم محل و ابعاد مردمک ورودی و خروجی را مشخص کنید.



مردمک ورودی

$$\frac{1}{2}+\frac{1}{S'}=\frac{1}{6}\rightarrow S'=-3cm$$

$$M=-\frac{S'}{S}=-\frac{-3}{2}=\frac{3}{2}$$

ابعاد مردمک ورودی: $M\times 4=\frac{3}{2}\times 4=6cm$

- مردمک خروجی

$\frac{1}{2}+\frac{1}{S'}=\frac{1}{6}\rightarrow S'=-3cm$

$M=-\frac{S'}{S}=-\frac{-3}{2}=\frac{3}{2}$

ابعاد مردمک خروجی : $6\times\frac{3}{2}=9cm$

$\frac{1}{12}+\frac{1}{S'}=\frac{1}{6}\rightarrow S'=12cm$

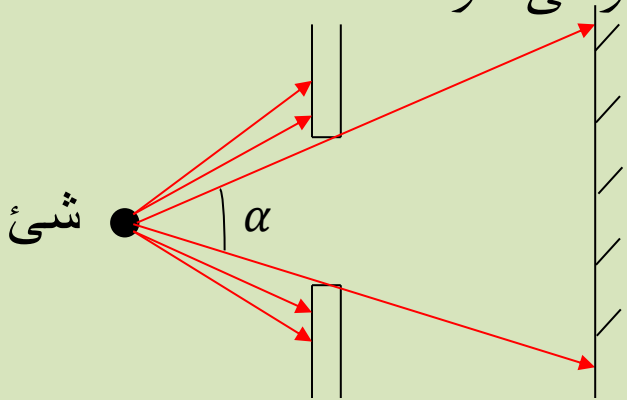
$M=\frac{-12}{12}=-1$ $h'=-4cm$ هم اندازه، معکوس، حقیقی

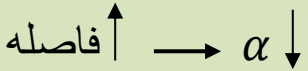
- میدان دید : مانع های میدانی و دریچه ها

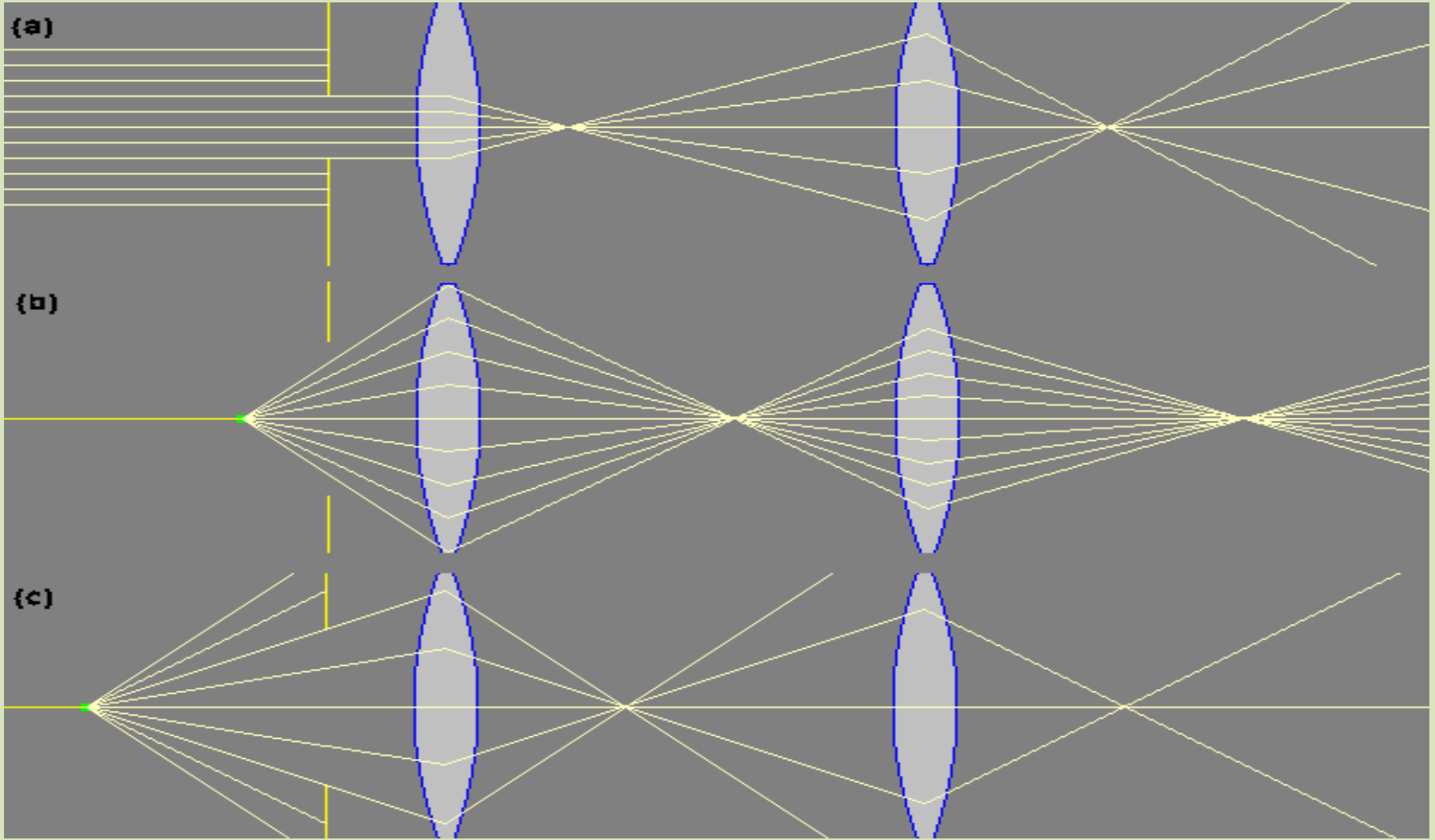
یکی دیگر از کاربردهای گشودگی را می توان تعیین میدان دید که توسط دستگاه ارائه می شود در نظر گرفت. عنصر تنظیم کننده در این مورد را مانع میدانی می نامند.

همانطور که مانع روزنه ای به مردمک ورودی و خروجی مربوط می شود مانع میدانی به دریچه ی ورودی و خروجی مربوط می شود.

هرچقدر فاصله ی شئ از مانع میدانی بیشتر بشود میدان دید کمتر می شود.






(a)
(b)
(c)

- مانع میدانی (FS) :

روزنه ای که باعث محدود کردن زاویه ی فضایی پرتوهای عمده و در نتیجه میدان دید می شود را مانع میدانی می نامند. مانع میدانی حالت خاص مانع روزنه ای است.

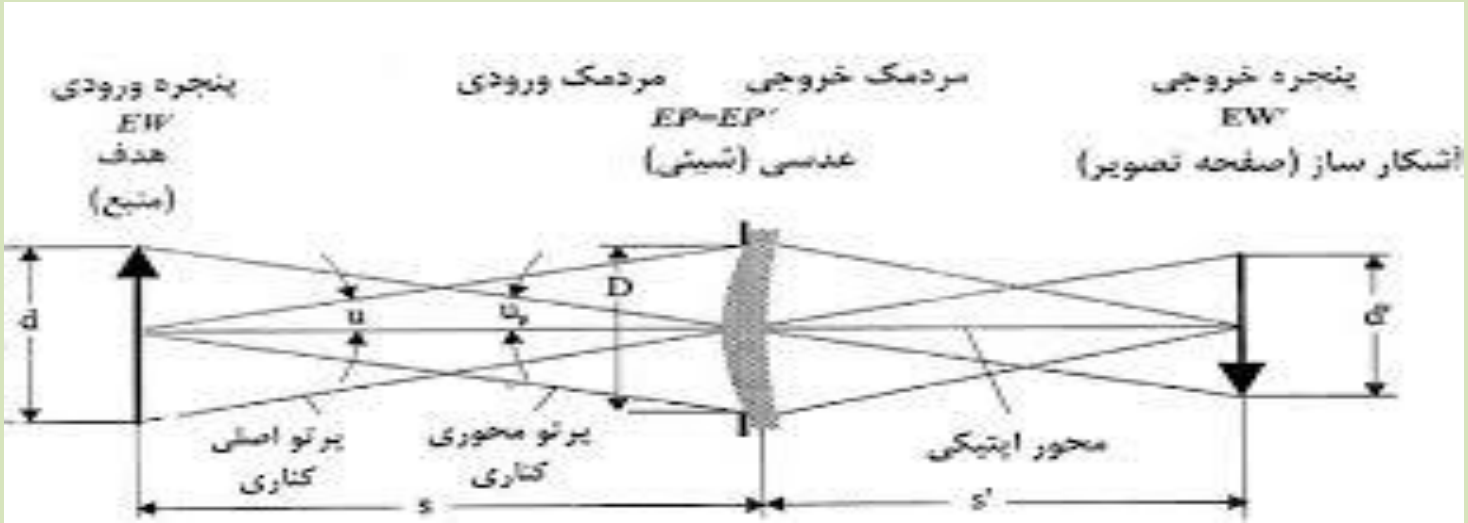
مانع میدانی یا تصویر آن کوچکترین زاویه را در مرکز مردمک ورودی می سازد. اگر بخواهیم لبه ی میدان دید به وضوح دیده شود، باید مانع میدانی را در صفحه ی تصویر قرار دهیم.

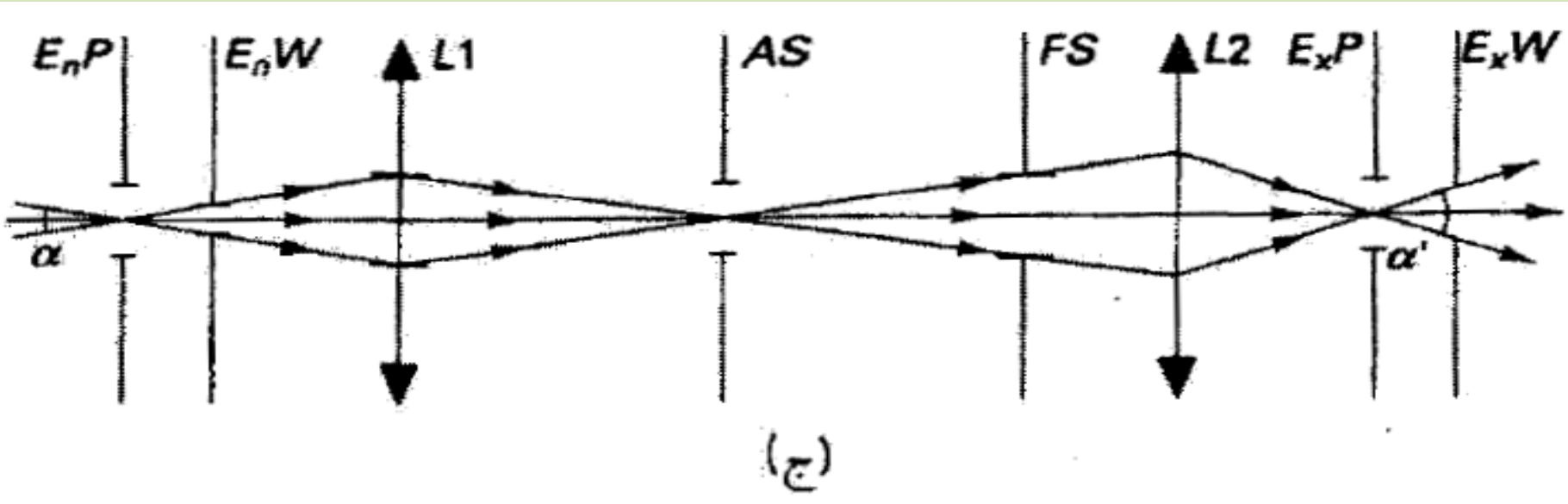
دریچه ی ورودی (EnW) :

دریچه ی ورودی مشابه مردمک ورودی عبارت است از تصویر مانع میدانی در عناصر اپتیکی قبل از آن.دریچه ی وردی اندازه های عرضی شئ موردنظر را مشخص می کند و قطر زاویه ای آن، میدان دید زاویه ای را تعیین می کند.

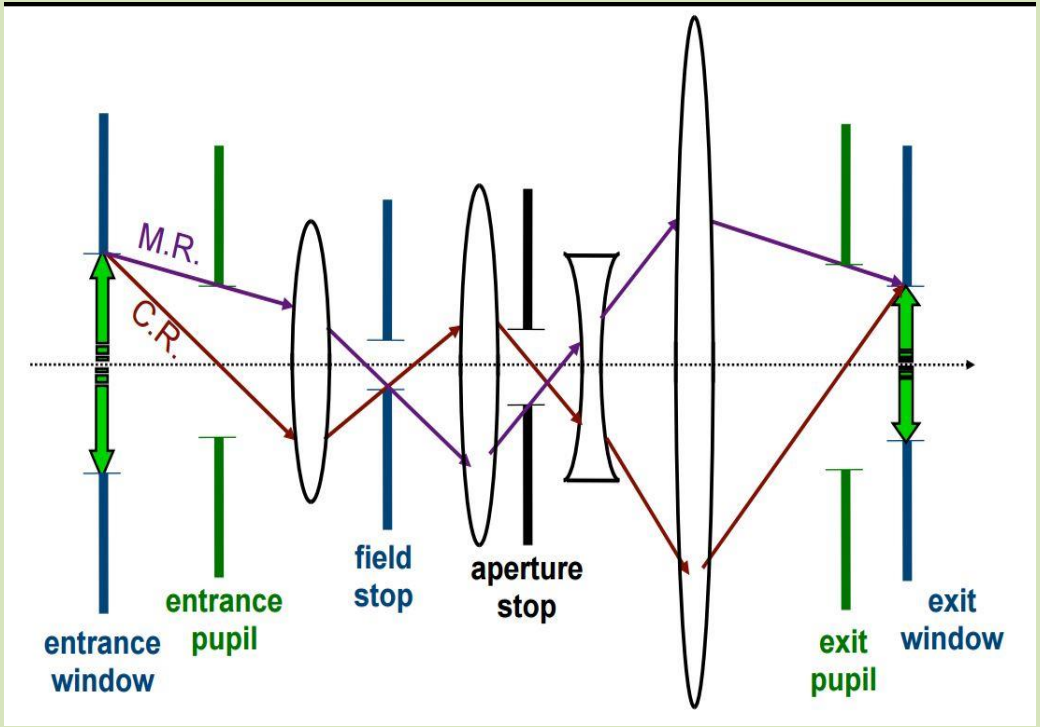
- دریچه ی خروجی (E_xW) :

درچه ی خروجی را همانند مردمک خروجی می توان تصویر مانع میدانی در عناصر اپتیکی بعد از آن تعریف کرد. برای ناظر واقع در فضای تصویر، دریچه ی خروجی مساحت تصویر را به همان نحوی محدود می کند که پنجره ی اتاق حدود قابل رؤیت منظرهی بیرون را مشخص می کند.

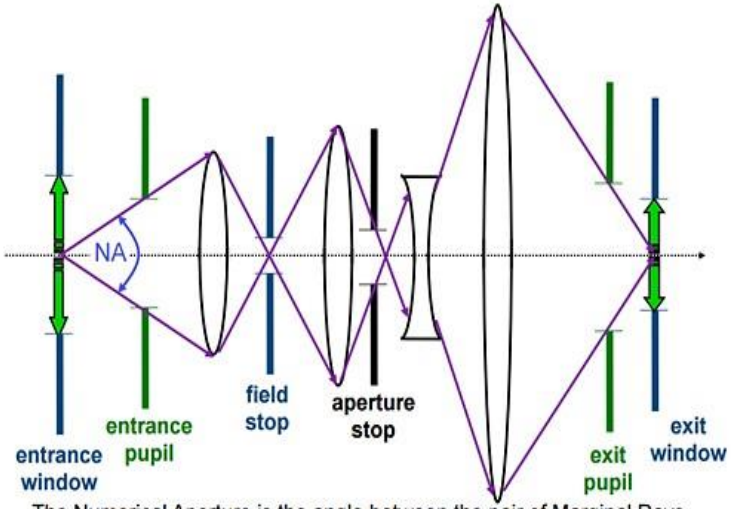




(ج)



All together



The Numerical Aperture is the angle between the pair of Marginal Rays that just make it through the edges of the Aperture Stop

SUMMARY OF TERMS

Brightness

Aperture stop:	The real aperture in an optical system that limits the size of the cone of rays accepted by the system from an axial object point.
Entrance pupil:	The image of the aperture stop formed by the optical elements (if any) that precede it.
Exit pupil:	The image of the aperture stop formed by the optical elements (if any) that follow it.

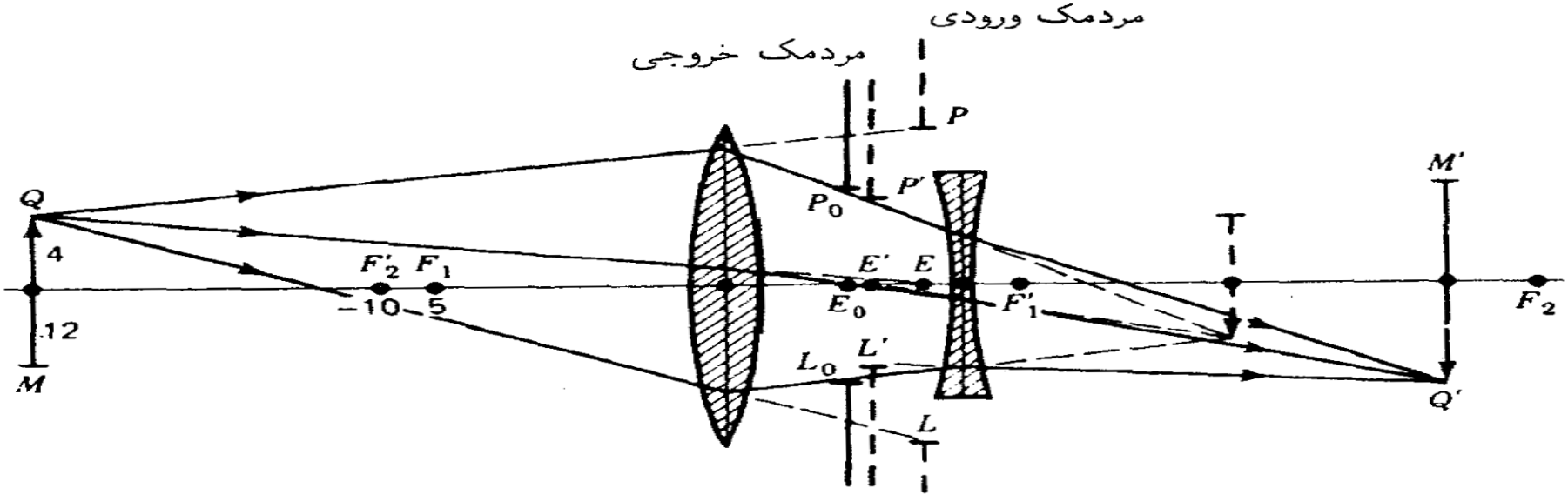
Field of view

Field stop:	The real aperture that limits the angular field of view formed by an optical system.
Entrance window:	The image of the field stop formed by the optical elements (if any) that precede it.
Exit window:	The image of the field stop formed by the optical elements (if any) that follow it.

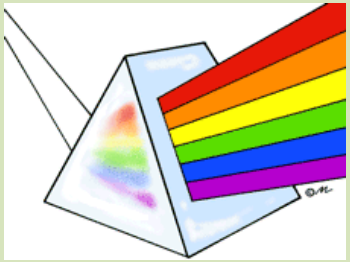
تمرین

یک عدسی نازک با روزنه‌ای به قطر ۶٫۰cm و فاصلهٔ کانونی ۱۰٫۰cm− را در ۴٫۰ سانتیمتری پشت یک عدسی نازک دیگر با روزنه‌ای به‌قطر ۸٫۰cm و فاصله کانونی ۵٫۰cm+ قرار داده‌ایم. یک شیء به ارتفاع ۴٫۰cm را از وسط برروی محور اصلی و در ۱۲٫۰cm+ جلوی عدسی اول و یک بند به قطر ۵٫۰cm را در وسط دو عدسی قرار می‌دهیم. به‌کمک محاسبه و از طریق ترسیم پیدا کنید: (الف) بزرگی و مکان مردمک ورودی؛ (ب) بزرگی و مکان مردمک خروجی؛ و (ج) بزرگی و مکان تصویر نهایی این دستگاه را. (شکل‌م ۷ـ۷ را بنگرید).

جواب: (الف) ۸٫۳۳+ و ۳٫۳۳۳cm−؛ (ب) ۴٫۱۷+ و ۱٫۶۶۷cm−؛ (ج) ۵٫۲۶cm+؛ و ۸٫۴۲cm.

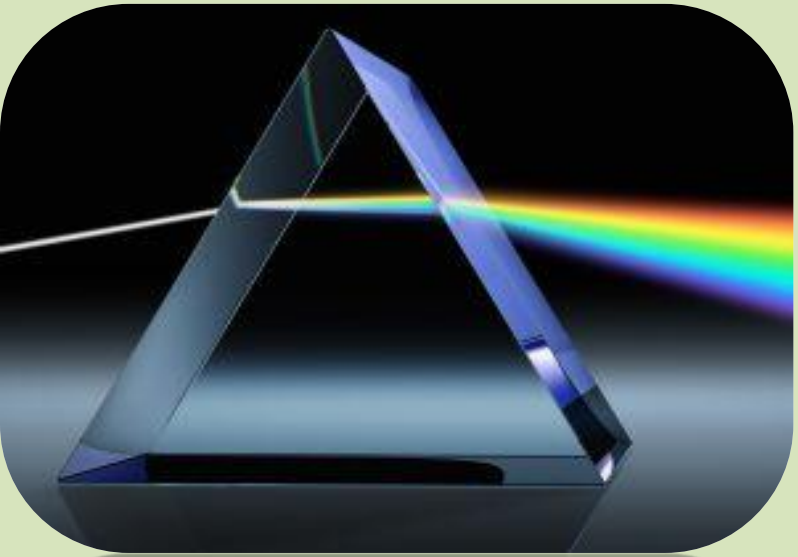


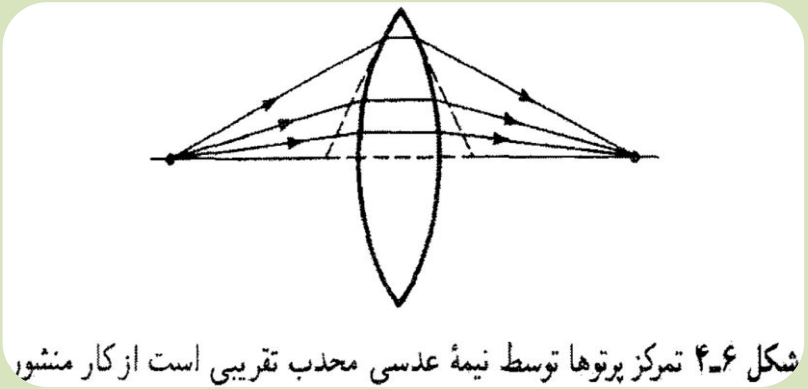
2-6 منشور:



- *اگر دو سطح یک نیم عدسی محدب تخت باشد منشور ساخته می شود.*

کاربرد ها:
- تجزیه ی نور ← طیف نگاری
- *انحراف نور*
- *بازتاب نور*





شکل ۶ـ۴ تمرکز پرتوها توسط نیمهٔ عدسی محدب تقریبی است از کار منشور

$$1 \times sin\theta_1 = n\, sin\theta'_1$$

$$n \sin\theta'_2 = 1\, sin\theta_2$$

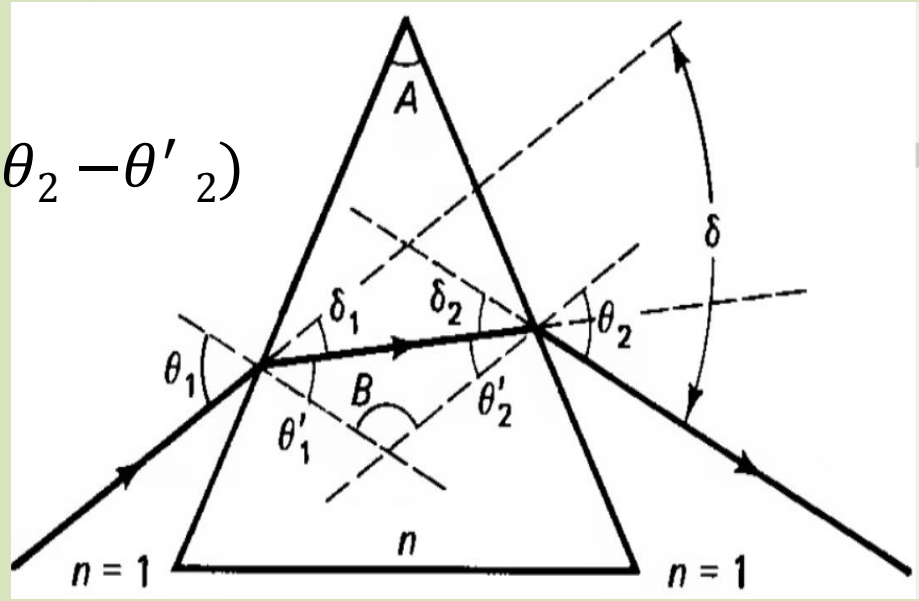
$$\left.\begin{aligned} \theta_1 &= \theta'_1 + \delta_1 \\ \theta_2 &= \theta'_2 + \delta_2 \\ \delta &= \delta_1 + \delta_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \delta = (\theta_1 - \theta'_1) + (\theta_2 - \theta'_2)$$

$$\sin\theta 1 = n\, sin\theta' 1$$

$$n \sin\theta' 2 = sin\theta 2$$

$$\theta 1 = \theta' 1 + \delta 1$$

$$\theta 2 = \theta' 2 + \delta 2$$



شکل 5-6 عبور پرتو اختیاری از منشور

$$\hat{A} + (90 - \theta'_1) + (90 - \theta'_2) = 180 \rightarrow \hat{A} = \theta'_1 + \theta'_2$$

$$\delta = \delta 1 + \delta 2 \rightarrow \delta = (\theta 1 - \theta' 1) + (\theta 2 - \theta' 2) \rightarrow \delta = \theta 1 + \theta 2 - \hat{A}$$

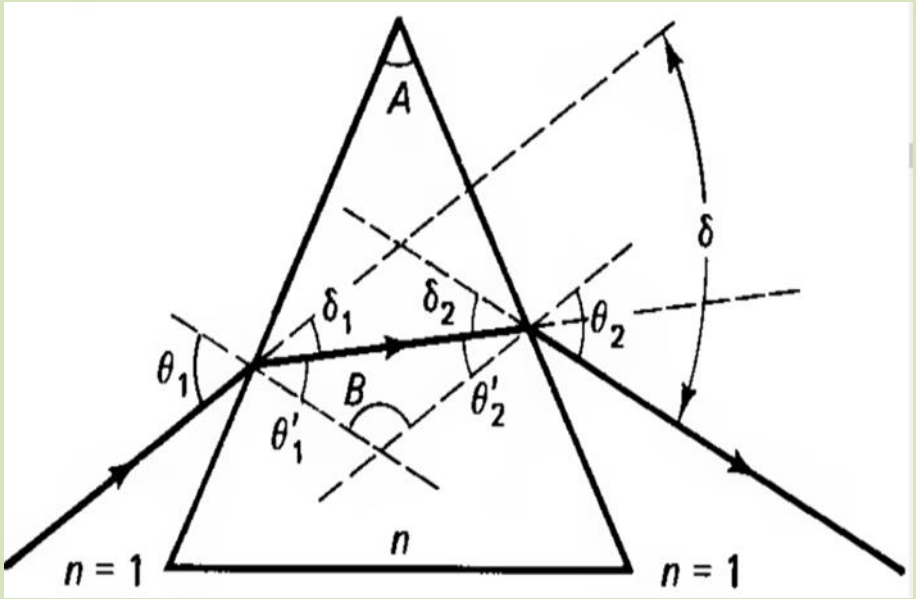
$\theta_1 =$ معلوم

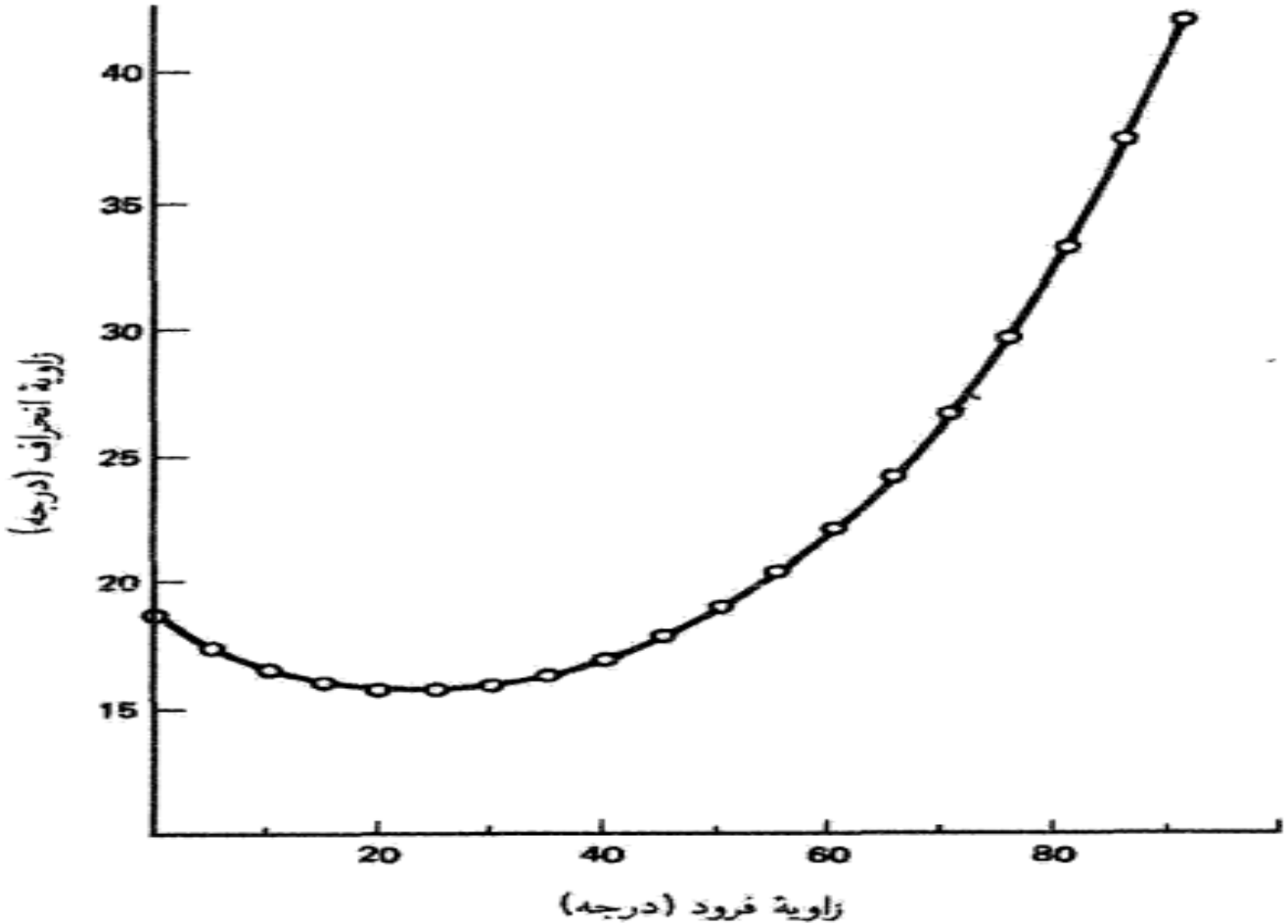
$$\theta'_1 = sin^{-1}(\frac{\sin\theta_1}{n})$$

$$\theta'_2 = \hat{A} - \theta'_1$$

$$\theta_2 = \sin^{-1}(n \sin\theta'_2)$$

$$\delta = \theta 1 + \theta 2 - \hat{A}$$





شکل ۶ـ۶ نمودار انحراف کل برحسب زاویهٔ فرود برای پرتو نوری که از منشوری با $A = ۳۰^\circ$ و $n = ۱٫۵۰$ عبور می‌کند. انحراف مینیمم به‌ازای زاویهٔ ۲۳° روی می‌دهد.

$\theta_1 = \theta_2$ (اصل برگشت پذیری)

$if \quad \theta_2 \neq \theta_1 \rightarrow \delta'_m \neq \delta_m$

$A = 2\theta' \quad (2)$

$\delta_m = 2\theta - A \quad (3)$

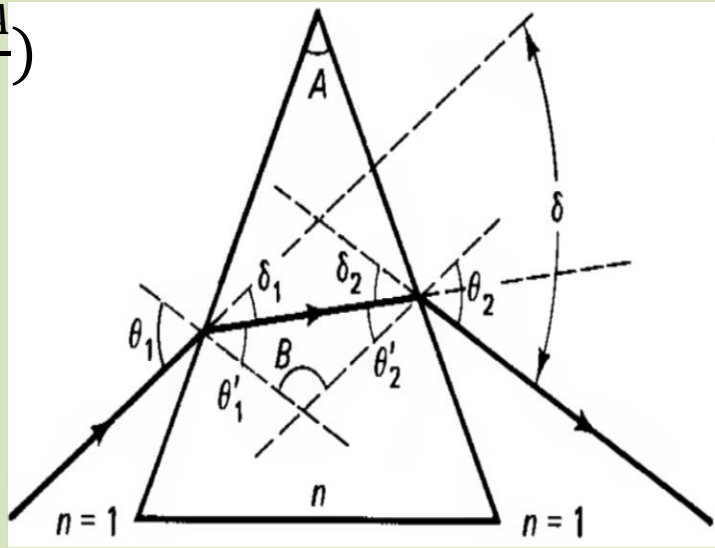
$n \sin\theta' = \sin\theta$

$\Rightarrow n \sin\left(\frac{A}{2}\right) = \sin\left(\frac{\delta_m + A}{2}\right)$

$\rightarrow n = \frac{\sin\left(\frac{\delta_m + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$

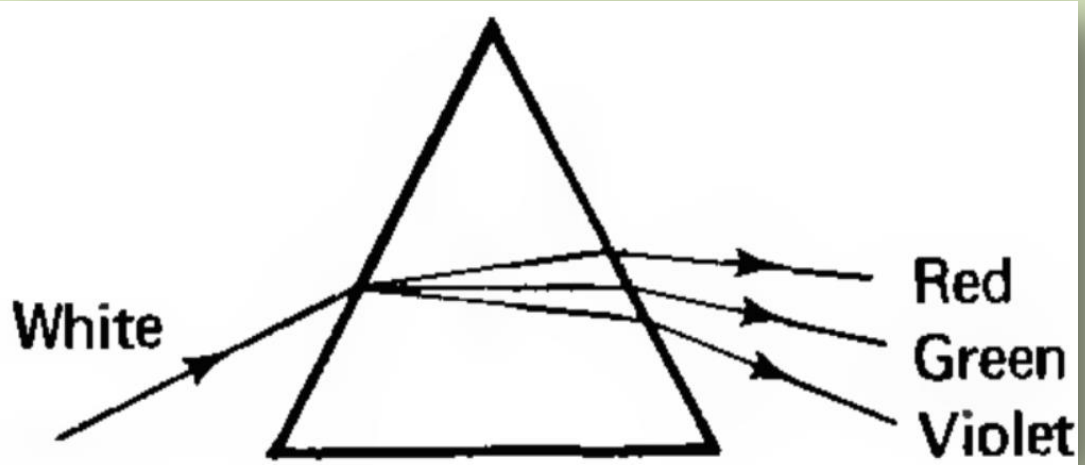
اگر A کوچک باشد $\rightarrow n = \frac{\frac{\delta_m + A}{2}}{\left(\frac{A}{2}\right)} \rightarrow nA \cong \delta_m + A$

$\rightarrow \delta_m \cong A(n-1)$



پاشیدگی:

- میزان انحراف مینیمم برای باریکه ی تکفامی که از منشور عبور می کند به طور ضمنی برحسب ضریب شکست داده می شود. اما ضریب شکست بستگی به طول موج دارد. بنابراین انحراف کل به طول موج بستگی دارد و این نشان می دهد که مؤلفههای مختلف طول موجی نور فرودی به علت شکست در منشور تفکیک می شود.
- طول موج کوچکتر دارای ضرایب شکست بزرگتر است در نتیجه سرعت های کمتری در منشور هستند. بدین ترتیب، نور بنفش در عبور از منشور بیشتر از همه منحرف می شود.



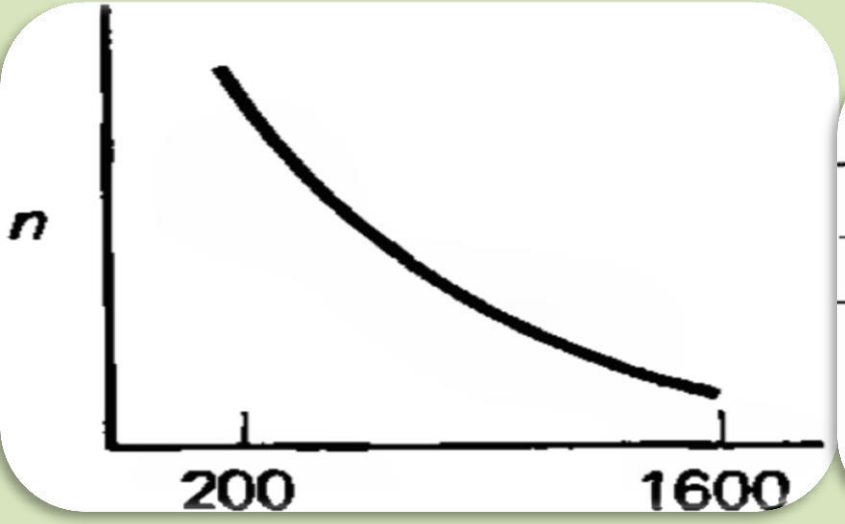
$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4} + \cdots$$

(رابطه ی کوشی)

$$n(\lambda) = \sqrt{A' + \frac{B'\lambda^2}{C'^2 - \lambda'^2} + \cdots}$$

توان پاشندگی: $\Delta = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1}$

عدد آبه : $V = \frac{1}{\Delta}$

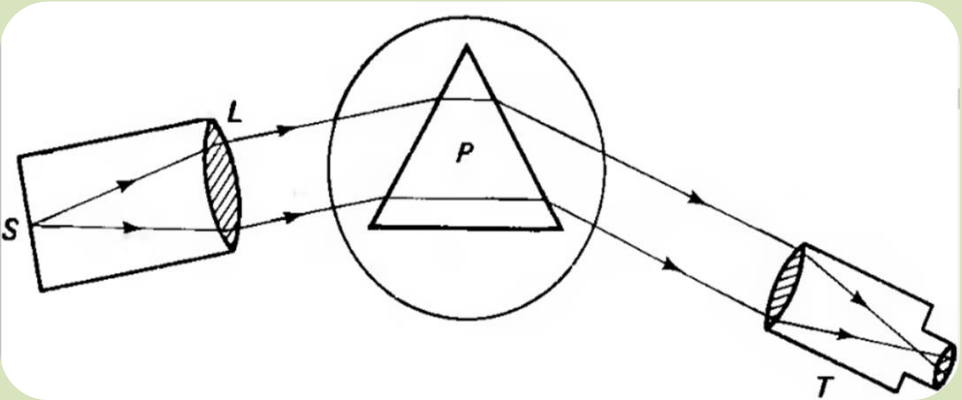


جدول ۶ـ۱ خطوط فرانهوفر

طول‌موج (nm)	علامت مشخصه	n شیشهٔ کراون	n شیشهٔ فلینت
۴۸۶٫۱	آبی، F	۱٫۵۲۸۶	۱٫۷۳۲۸
۵۸۹٫۲	زرد، D	۱٫۵۲۳۰	۱٫۷۲۰۵
۶۵۶٫۳	سرخ، C	۱٫۵۲۰۵	۱٫۷۰۷۶

طیف سنج منشوری:

- ابزاری تحلیلی را که در آن از منشور به عنوان عنصر پاشنده استفاده می شود، همراه با وسیله ای برای اندازه گیری زاویه ی رأس منشور و زاویه های انحراف مؤلفه های طول موجی نور فرودی، طیف سنج منشوری می نامند.
- اساس کار این ابزار به این گونه است که نور از یک شکافت وارد عدسی می شود سپس توسط عدسی موازی می شود. در نهایت نور موازی شده در منشور می شکند. پرتوهای نور مربوط به هر مؤلفه ی طول موجی پس از شکست در منشور موازی با هم خارج می شوند و در دوربینی که برای بی نهایت تنظیم شده است دیده می شوند.



اصل فرما: $\overline{FT} + \overline{FW} = \overline{GX} = nb$

$\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta\lambda$

$\lambda_1 < \lambda_2 \rightarrow n_1 > n_2 \rightarrow$ انحراف λ_1 از λ_2 بیشتر است

اصل فرما :

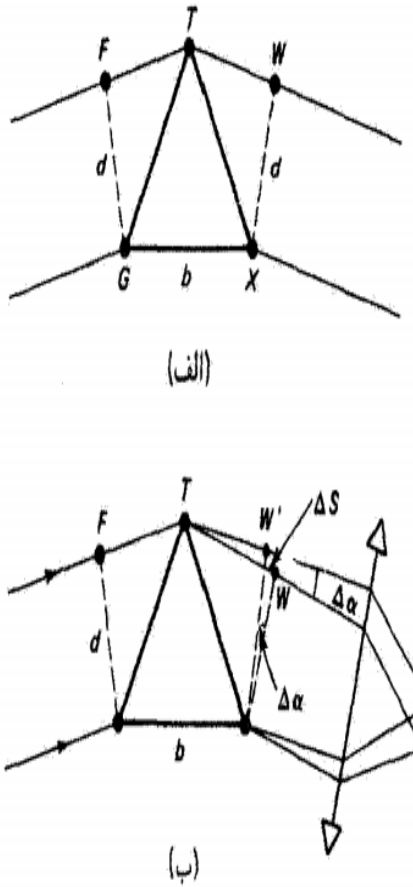
$$\lambda_1 \xrightarrow{(1)} \overline{FT} + \overline{TW} = n_1 b$$

$$\lambda_2 \rightarrow \overline{FT} + \overline{TW'} = n_2 b$$

$$\overline{TW'} \cong \overline{TW} - \Delta S$$

$$\Delta S = d\Delta\alpha$$

$$n_2 = n_1 - \Delta n$$



شکل ۶ـ۱۱ ترسیمهای مربوط به تعیین توان تفکیک رنگی منشور. (الف) شکست نور تکفام. (ب) شکست دو مؤلفهٔ طول‌موجی با اختلاف $\Delta\lambda$.

$$\Rightarrow \overline{\mathrm{FT}} + \overline{TW} - \Delta S = (n_1 - \Delta n)b \rightarrow n_1 b - \Delta S = n_1 b + \Delta n b$$

$$\left.\begin{aligned} \Delta S &= b\Delta n \\ \Delta S &= d\Delta\alpha \\ \Delta n &= \frac{dn}{d\lambda}\Delta\lambda \end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta\alpha = \frac{b}{d}\left(\frac{dn}{d\lambda}\right)\Delta\lambda$$

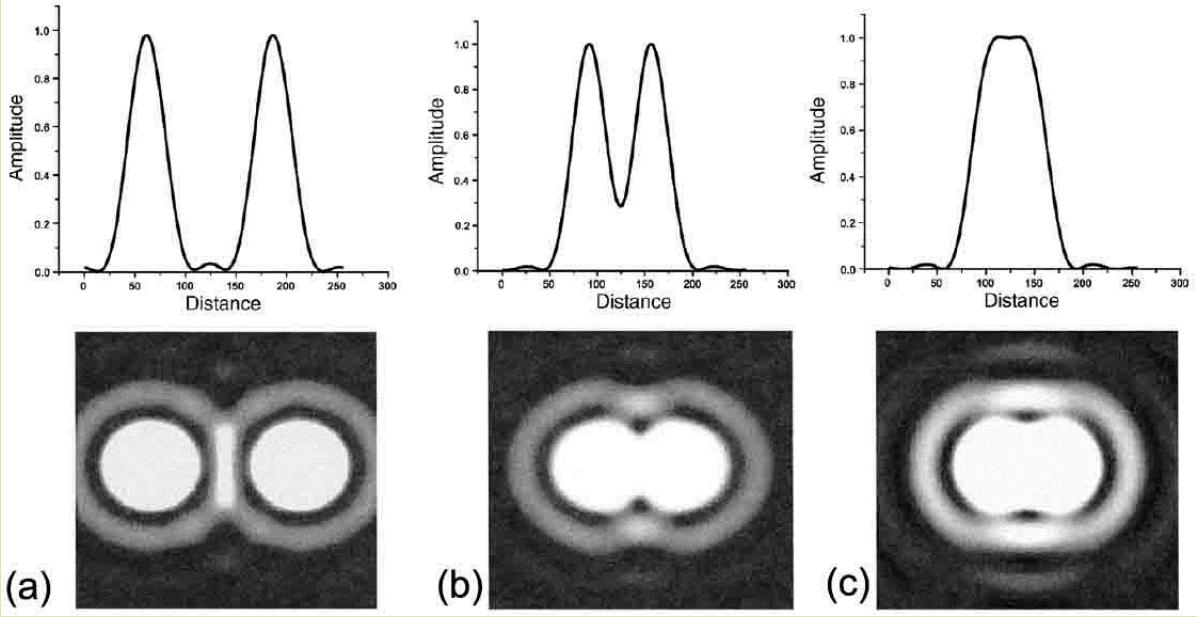
$$\Delta\alpha = \frac{\lambda}{d}$$

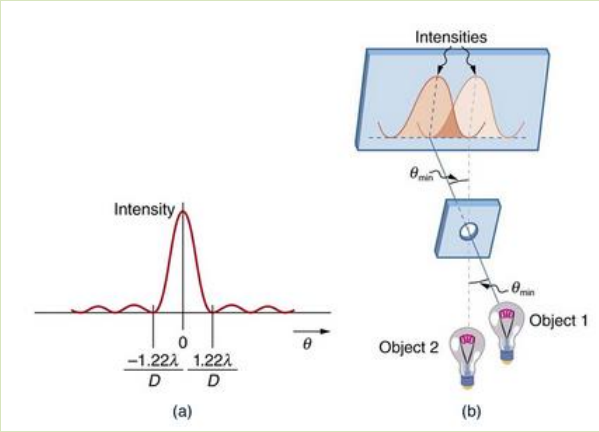
$$\Rightarrow \frac{\lambda}{d} = \frac{b}{d}\left(\frac{dn}{d\lambda}\right)\Delta\lambda$$

$$\rightarrow \Delta\lambda_{min} = \frac{\lambda}{b\frac{dn}{d\lambda}}$$

قدرت تفکیک : $R_{min} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = b\frac{dn}{d\lambda}$

The Rayleigh Criterion





- مثال: یک منشور با قاعده ی و از جنس فلینت موجود است. توان نفکیک و حداقل طول موج قابل تفکیک را محاسبه کنید.

$$\frac{\Delta n}{\Delta \lambda} = \frac{n_F - n_C}{\lambda_F - \lambda_C} = \frac{1.7328 - 1.7205}{486 - 589} = -1.19 \times 10^{-4} \frac{1}{nm}$$

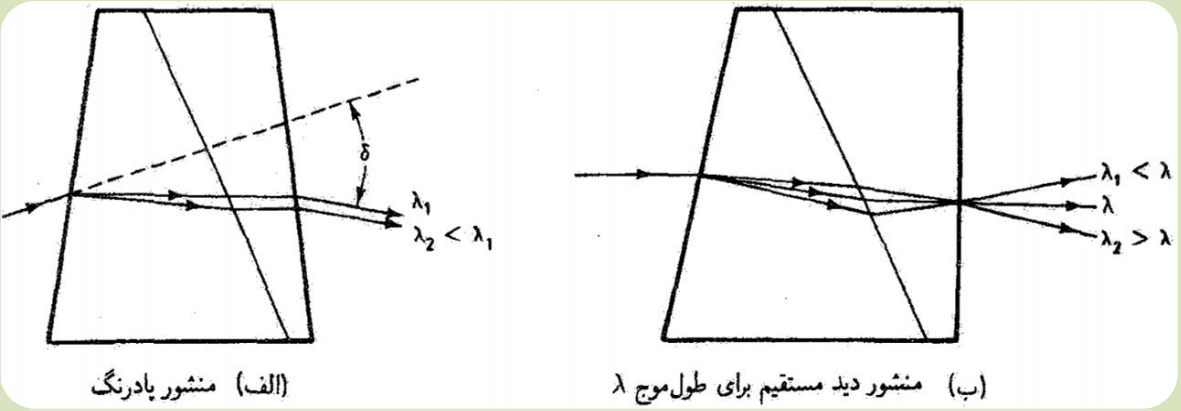
$$R = b\frac{\Delta n}{\Delta \lambda} = (5 \times 10^7 nm) \times \left(-1.19 \times 10^{-4} \frac{1}{nm}\right) = 5971$$

$$\Delta \lambda_{min} = \frac{\lambda}{R} = \frac{5550\ ^oA}{5971} \cong 1\ ^oA$$

طول‌موج (nm)	علامت مشخصه	n	
		شیشهٔ کراون	شیشهٔ فلینت
۴۸۶٫۱	آبی، F	۱٫۵۲۸۶	۱٫۷۳۲۸
۵۸۹٫۲	زرد، D	۱٫۵۲۳۰	۱٫۷۲۰۵
۶۵۶٫۳	سرخ، C	۱٫۵۲۰۵	۱٫۷۰۷۶

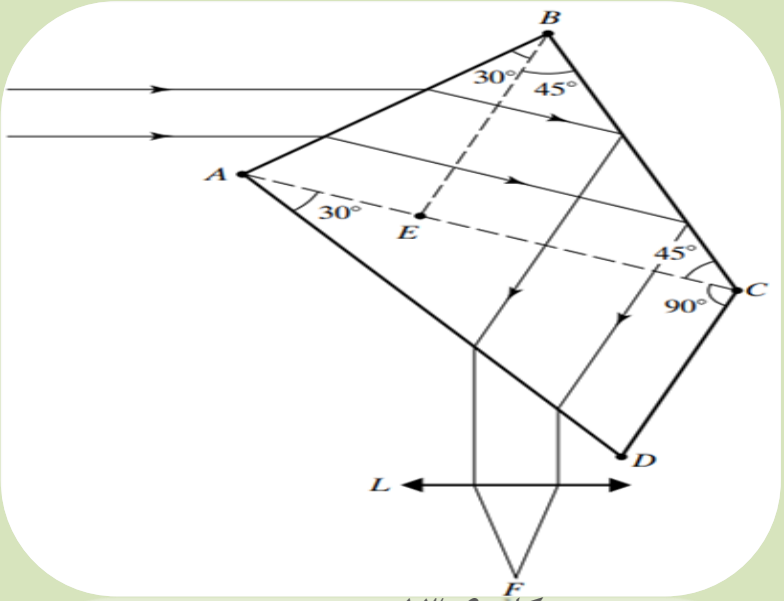
- منشورهایی با کاربردهای خاص :

منشورها را می توان با هم ترکیب کرد تا یک کنش برآیند پادرنگ ایجاد کنند، یعنی پاشیدگی کل برای دو طول موج معین را می توان صفر کرد حتی اگر انحراف صفر نباشد که می توان تصویر این نوع منشور را در شکل ۶-۱۲ الف مشاهده کرد. از طرف دیگر، منشور دید مستقیم انحراف صفر برای یک طول موج معین ایجاد می کند در حالی که پاشیدگی وجود دارد که شکل ۶-۱۲ ب مربط به این نوع از منشور است.

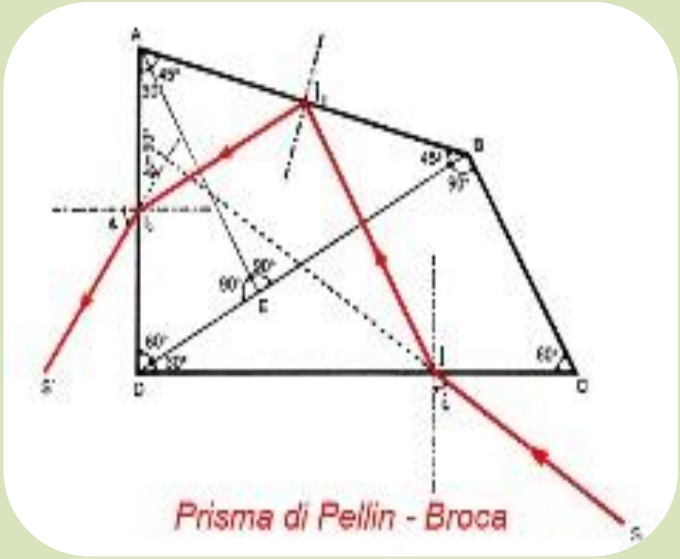


(الف) منشور پادرنگ (ب) منشور دید مستقیم برای طول‌موج λ

- یک طرح منشوری که در طیف سنج ها به کار برده می شود طرحی است که انحراف ثابتی برای تمام طول موج ها در مشاهده یا آشکار سازی ایجاد می کند. یک نمونه از این نوع عبارت است از منشور پلین-بروکا که در شکل زیر نشان داده شده است.

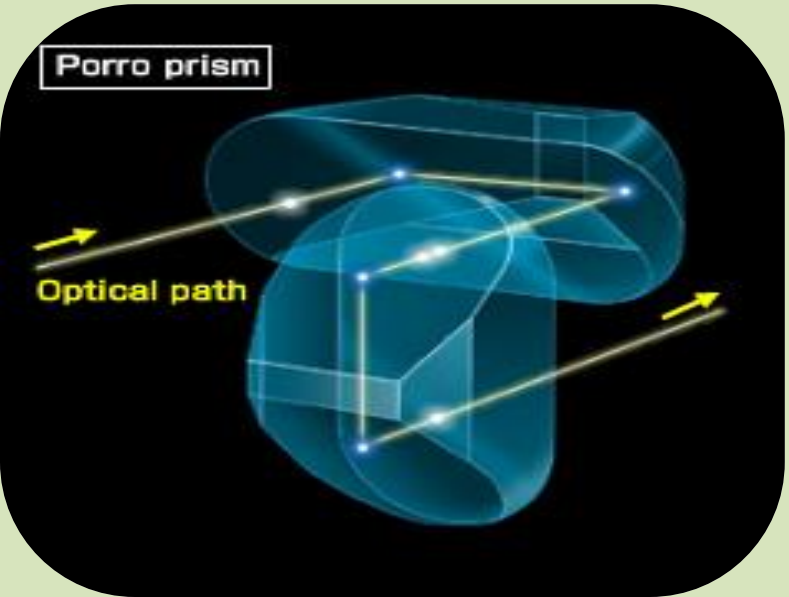


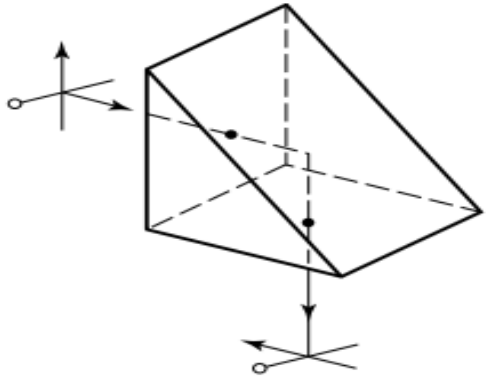
شکل ۶-۱۳



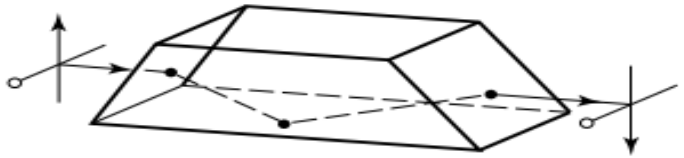
- منشور بازتاب:

از منشورهای بازتاب داخلی کلی غالباً در دستگاه های اپتیکی، هم برای تغییر راستای محور اپتیکی و هم برای تغییر سمت گیری تصویر، استفاده می شود. وقتی منشور را با عناصر تشکیل دهنده ی تصویر به کار می برند، نور فرودی را ابتدا موازی می کنند و برای اجتناب از ابیراهی های منشوری در تصویر آنرا بر وجه منشور عمود می کنند.

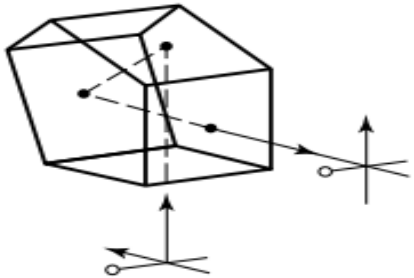


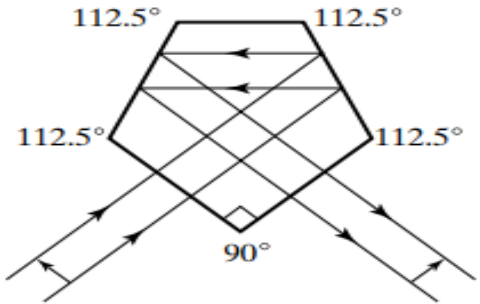


(a)

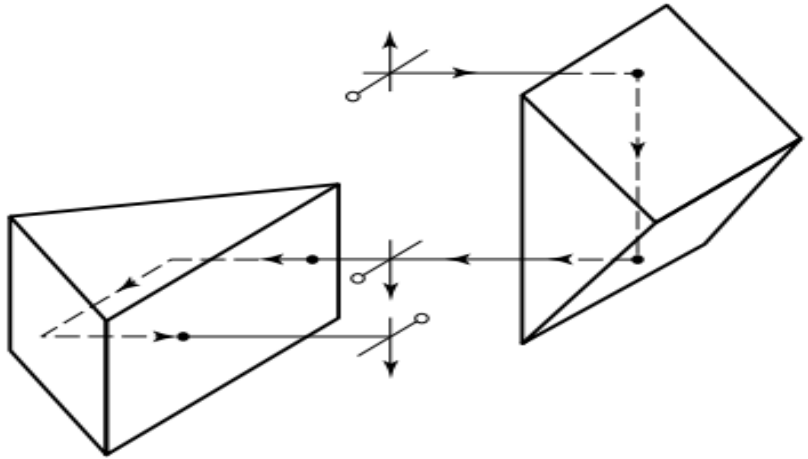


(b)



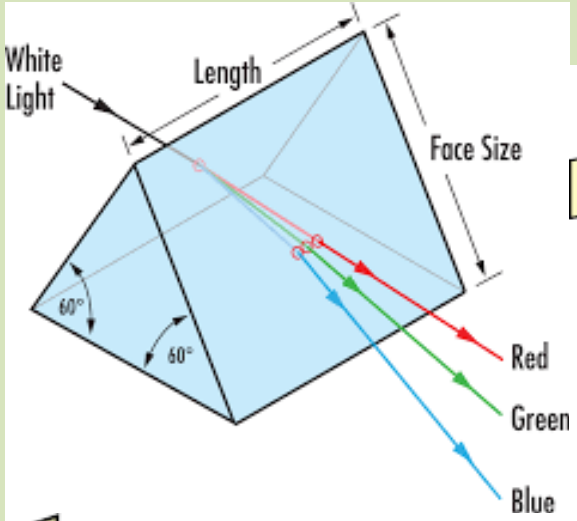


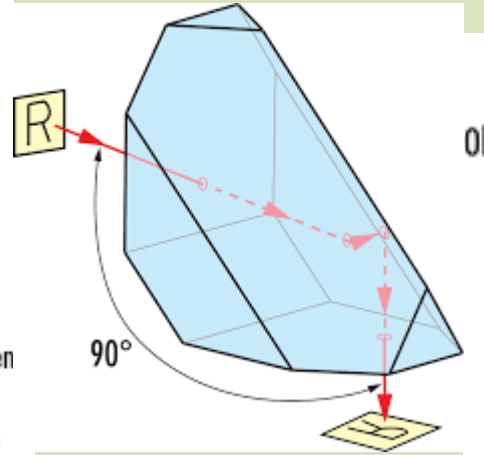
(c)

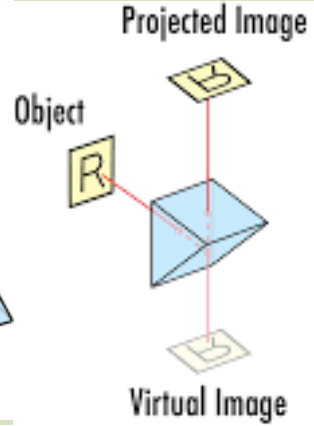


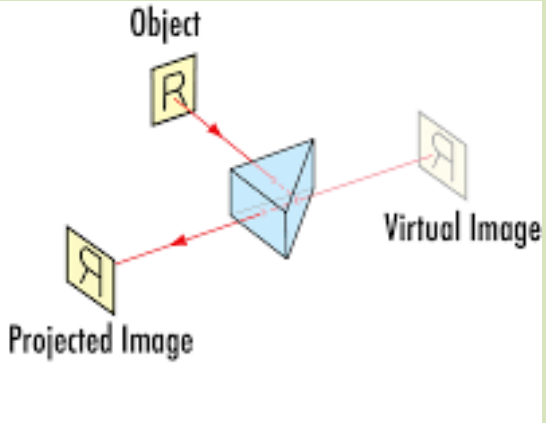
(d)

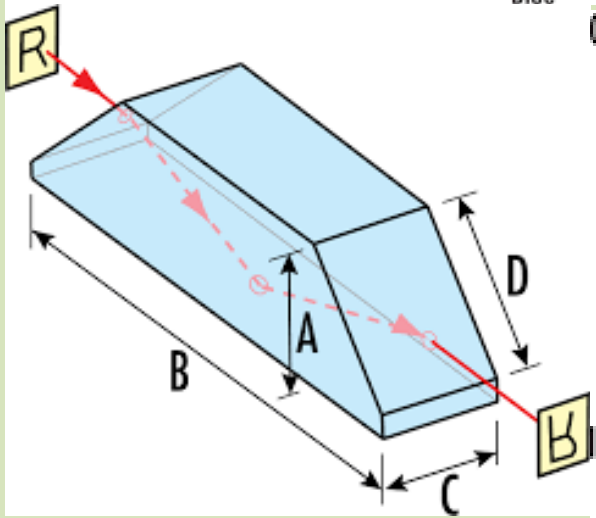
شکل ۶ـ۱۴ سمت‌دهی تصویر با منشورهای بازتاب. (الف) منشور قائم. (ب) منشور ذوزنقه‌ای. (ج) منشور پنج‌وجهی (با مقطع پنج‌ضلعی). (د) منشور پورو.

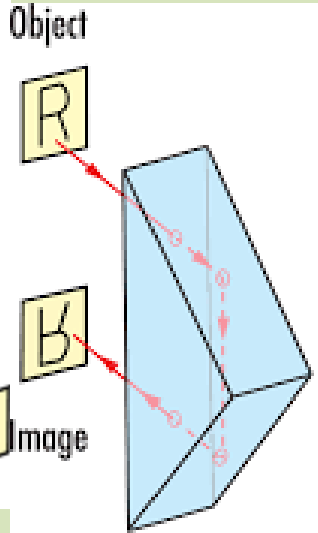

White Light
Length
Face Size
60°
60°
Red
Green
Blue

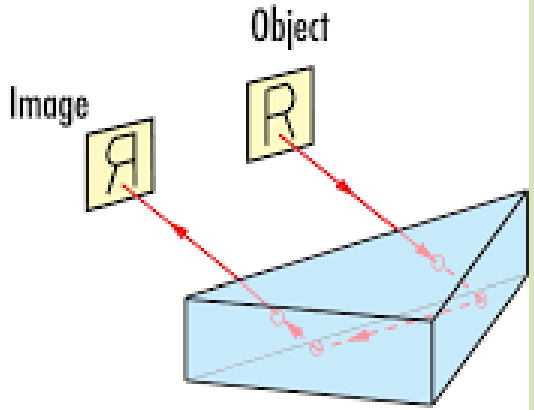

R
90°

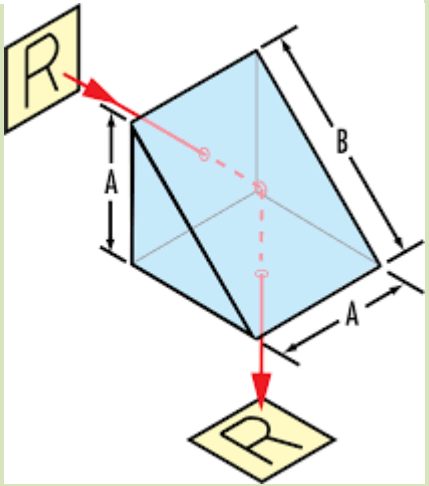

Projected Image
Object
Virtual Image


Object
Virtual Image
Projected Image


R
D
A
B
C


Object
Image


Object
Image


R
A
B
A

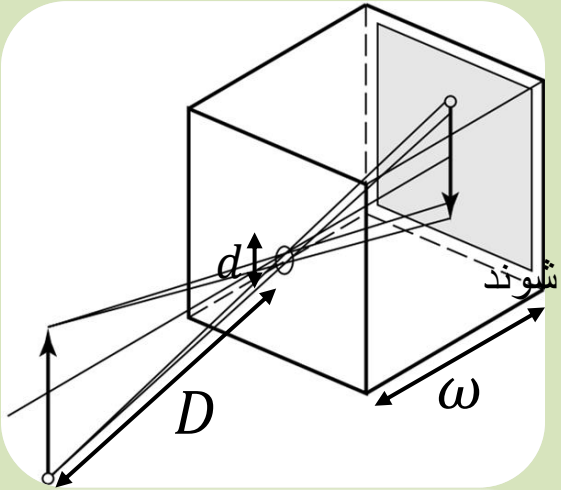
Nikon
NIKKOR
35mm
1:2 D
22 16 11 8 5.6 4 2.8 2

X100S
FUJIFILM
FUJINON ASPHERICAL LENS
SUPER EBC f=23mm 1:2
S

50mm
1:1.8 D
22 16 11 8 5.6 4 2.8 1.8

3-6 دوربین عکاسی

- *ساده ترین دوربین عکاسی یک جعبه ی دارای روزنه است که در آن هر نقطه از تصویر پس از عبور از روزنه یک تصویر دایره ای تشکیل می دهد. که تصویر نهایی جمع تک تک این دایره هاست.*



$if \quad d \uparrow \rightarrow$ دایره تصویر $\uparrow \rightarrow$ وضوح تصویر $\uparrow$

$if \quad \omega \downarrow \rightarrow \alpha \uparrow (\text{زاویه ی دید}) \rightarrow$ میدان دید $\uparrow$

با استفاده از لنز

افزایش روشنایی تصویر ← تمام پرتوهای ممکن داخل جعبه می شوند

افزایش وضوح تصویر ← کانونی کردن تصویر

$$E_e \propto \frac{\text{مساحت گشودگی}}{\text{مساحت تصویر}} = \frac{D^2}{d^2}$$

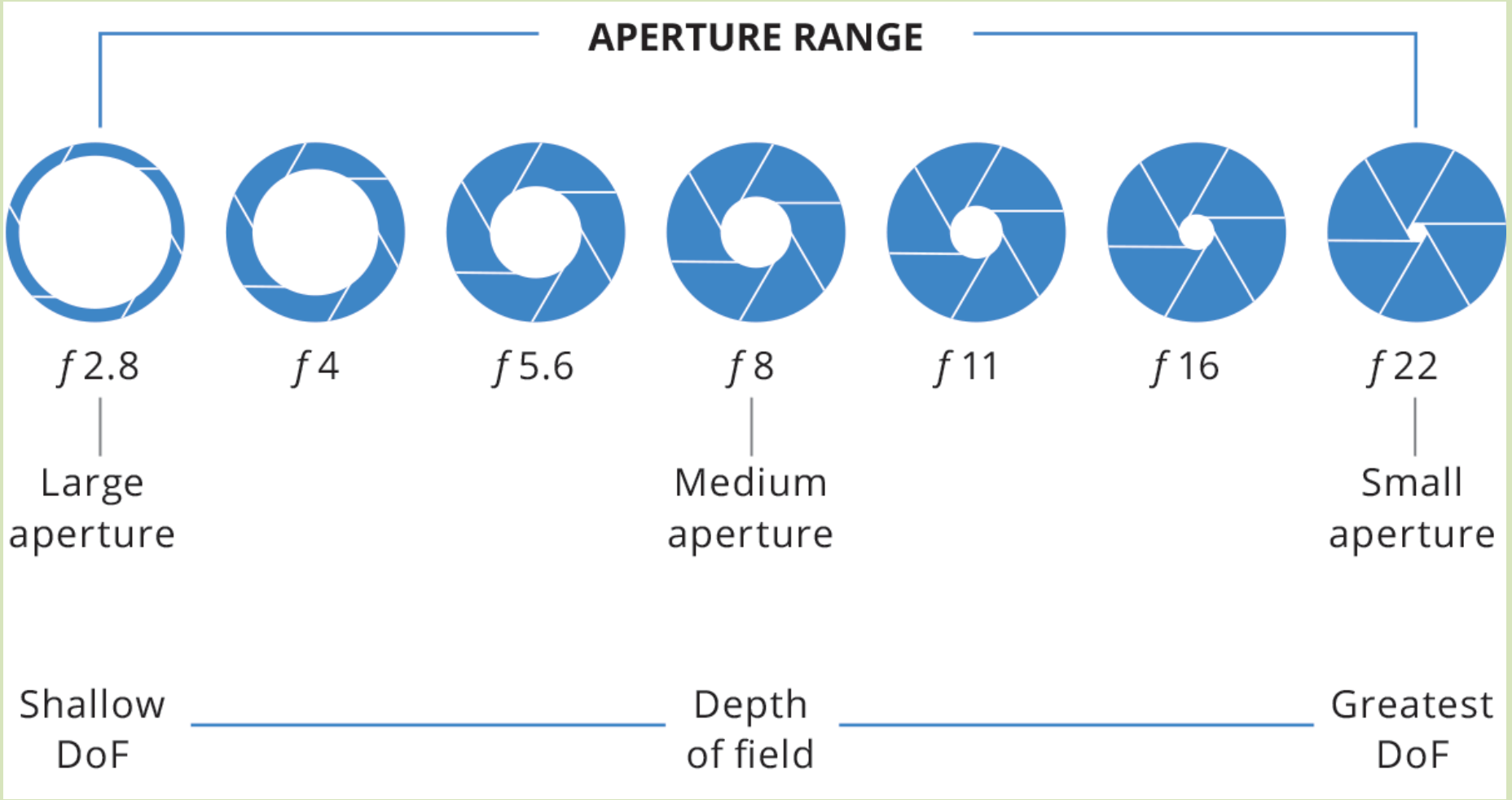
$$\mathrm{d} \propto f$$

$$\left.\begin{array}{l} E_e \propto \left(\frac{D}{f}\right)^2 \\ A = \frac{f}{d} \end{array}\right\} \Rightarrow E_e \propto \frac{1}{A^2}$$

عمق

جدول ۶ـ۲ گشودگیهای نسبی استاندارد و تابیدگی ثبت شده روی دوربینهای عکاسی

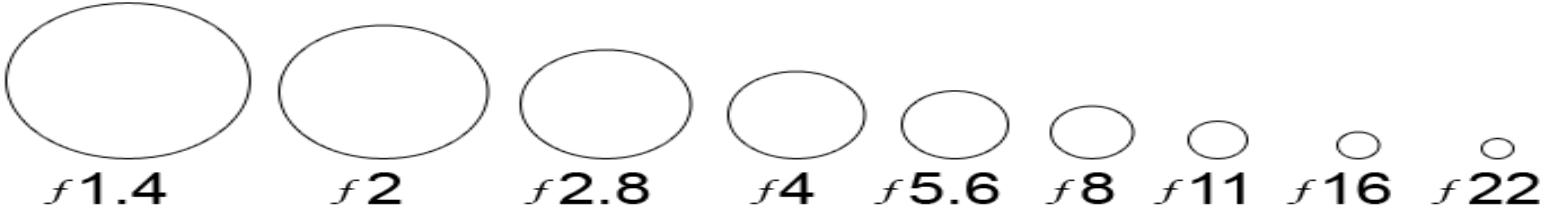
E_e	A^2	A (عدد f)
$E_\circ$	۱	۱
$E_\circ/۲$	۲	۱٫۴
$E_\circ/۴$	۴	۲
$E_\circ/۸$	۸	۲٫۸
$E_\circ/۱۶$	۱۶	۴
$E_\circ/۳۲$	۳۲	۵٫۶
$E_\circ/۶۴$	۶۴	۸
$E_\circ/۱۲۸$	۱۲۸	۱۱
$E_\circ/۲۵۶$	۲۵۶	۱۶
$E_\circ/۵۱۲$	۵۱۲	۲۲


APERTURE RANGE
f 2.8
f 4
f 5.6
f 8
f 11
f 16
f 22
Large aperture
Medium aperture
Small aperture
Shallow DoF
Depth of field
Greatest DoF

f/1.2
f/2
f/2.8
f/4
f/5.6
f/8
f/16
f/22
تاثیر اندازه اپرچر بر نور عکس

Aperture ⇨ Size of Opening. ***Creative:*** Controls Depth of Field.

⇦ *shallow DOF* — *large DOF* ⇨



more light — *less light*

B 1 2 4 8 15 30 60 125 250 500 1000

⇦ *more blur* — *less blur* ⇨

Shutter Speed ⇨ Duration the shutter is open in fractions of seconds or full seconds. ***Creative:*** Controls Both Motion Blur and Camera Shake.

more light — *less light*

3200 1600 800 400 200 100 50 25

⇦ *more grain* — *less grain* ⇨

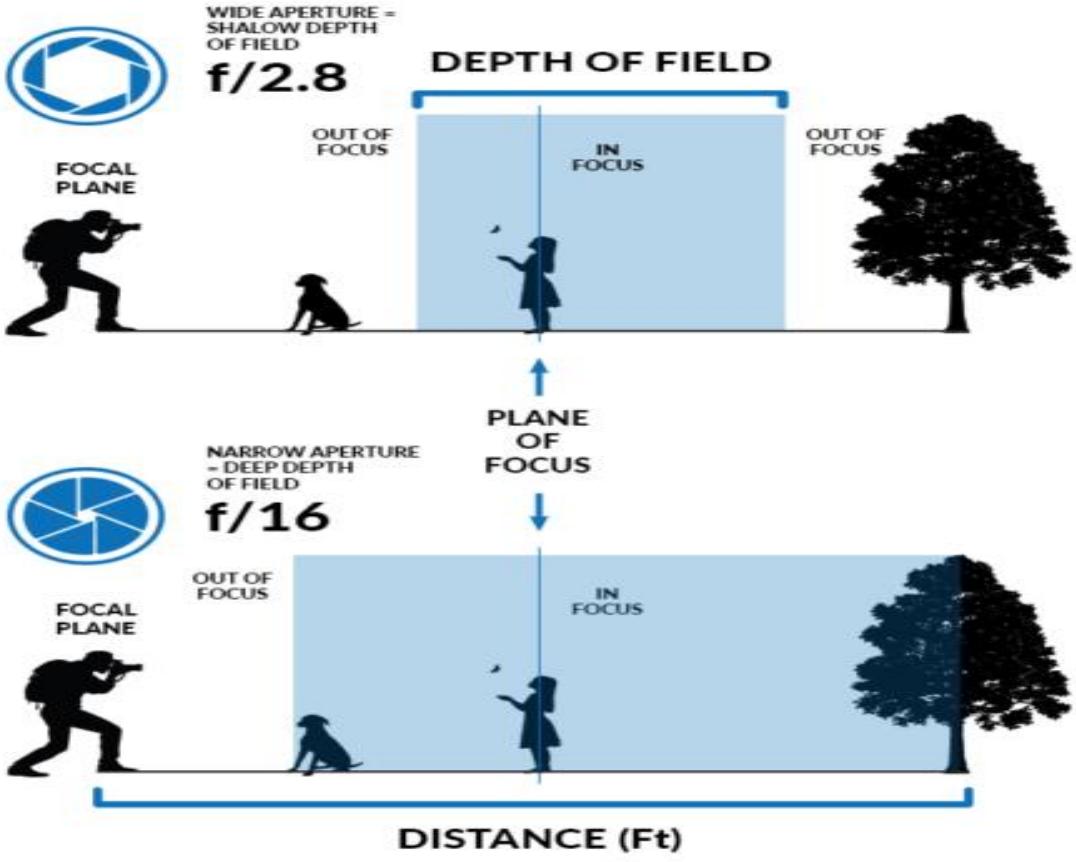
ISO (ASA/DIN) Film Speed ⇨ Sensitivity to available light. ***Creative:*** Film Graininess.

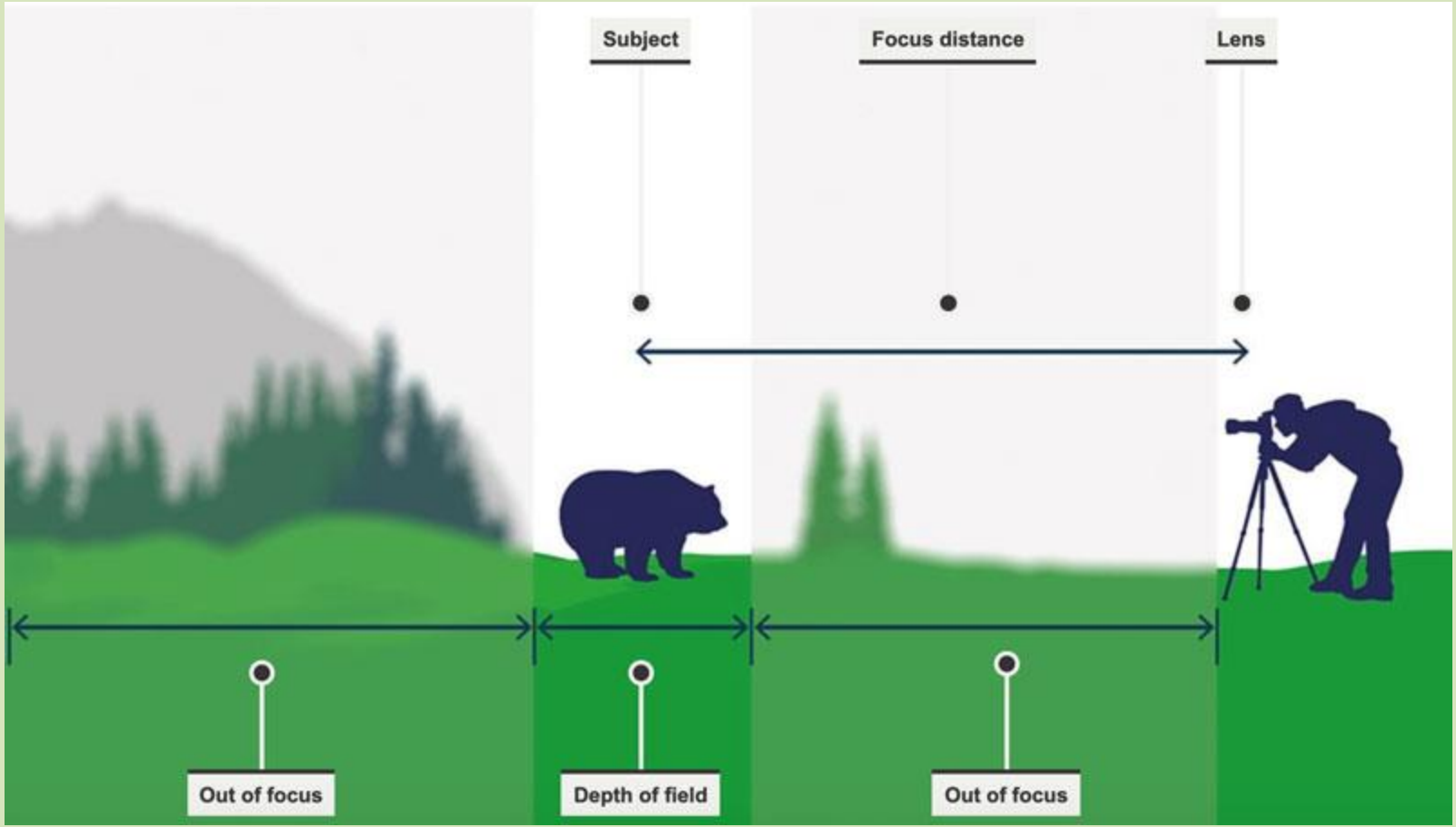
- مثال: عکاسی برای گرفتن عکسی عدد $A = 8$ و زمان شاتر اگر . ت‌را انتخاب نموده است $\frac{1}{50}s$ زمان به $\frac{1}{100}s$ تغییر کند، عدد A باید چه عددی انتخاب شود؟

انرژی دریافتی در واحد سطح: $V \propto Et \propto \frac{1}{A^2}t$

$$V_1 = V_2 \rightarrow \frac{t_1}{A_1^2} = \frac{t_2}{A_2^2} \rightarrow \frac{\frac{1}{50}}{64} = \frac{\frac{1}{100}}{A_2^2} \rightarrow A_2 = 5.65$$

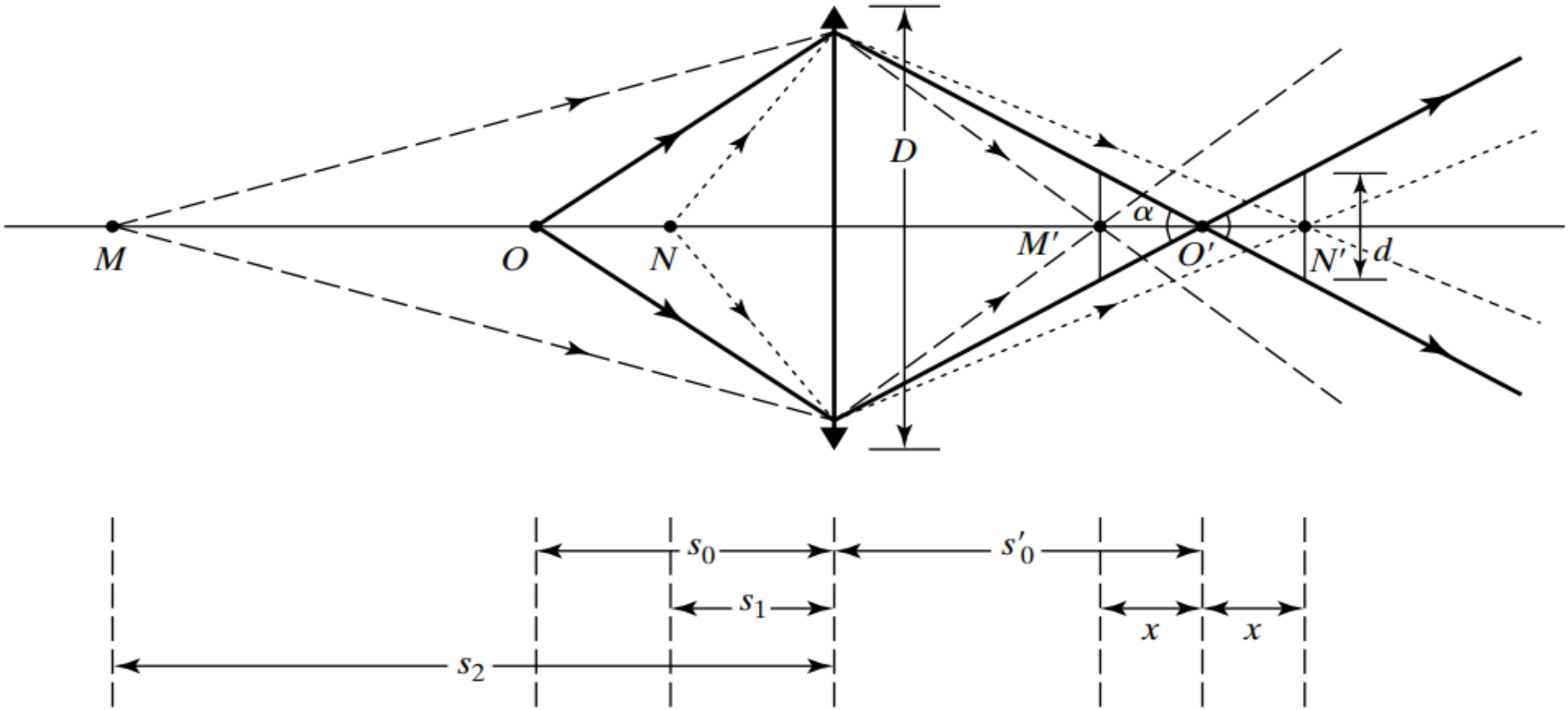
EXPERT PHOTOGRAPHY




Subject
Focus distance
Lens
Out of focus
Depth of field
Out of focus

بازه ی تصویر برای وضوح کامل تصویر

عمق میدان : $|S_2 - S_1|$



$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{S_1}+\frac{1}{S_0'+x}=\frac{1}{f} \\ &\frac{1}{S_2}+\frac{1}{S_0'-x}=\frac{1}{f} \\ &\tan\alpha=\frac{\frac{D}{2}}{S_0'}=\frac{\frac{d}{2}}{x}\rightarrow x\cong\frac{dS_0'}{D} \end{aligned}\right\} \xrightarrow{F=\frac{A}{D}} \begin{cases} S_1=\dfrac{S_0f(f+Ad)}{f^2+AdS_0} \\ S_2=\dfrac{S_0f(f-Ad)}{f^2-AdS_0} \end{cases}$$

عمق میدان: $|S_2-S_1|=\dfrac{2AdS_0(S_0-f)f^2}{f^2-A^2d^2{S_0}^2}$

- مثال: اگر طول یک فیلم عکاسی 0.04mm و فاصله ی کانونی آن 5cm و A=16 و شئ در فاصله ی $S_0 = 270cm$ باشد، عمق میدان را حساب کنید.

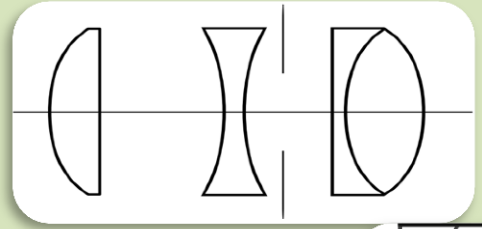
$$S_1 = \frac{S_0 f(f+Ad)}{f^2+AdS_0} = \frac{270\times5(5+16\times0.04\times10^{-1})}{(15^2+16\times0.04\times10^{-1}\times270)} = 150cm$$

$$S_2 = \frac{S_0 f(f-Ad)}{f^2-AdS_0} = \frac{270\times5(5-16\times0.04\times10^{-1})}{(15^2-16\times0.04\times10^{-1}\times270)} = 900cm$$

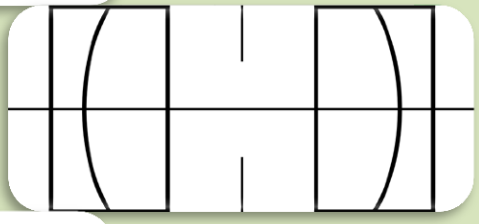
عمق میدان: $|S_2 - S_1| = 750cm$

- مدل های دوربین عکاسی

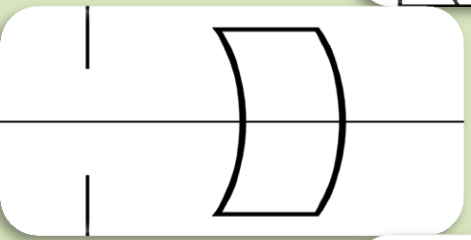
۱) مدل تسار:



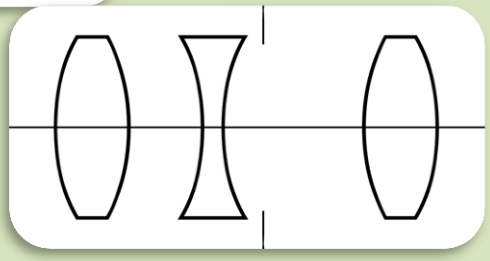
۲)دوتایی پادرنگ:



۳) تک هلالی:

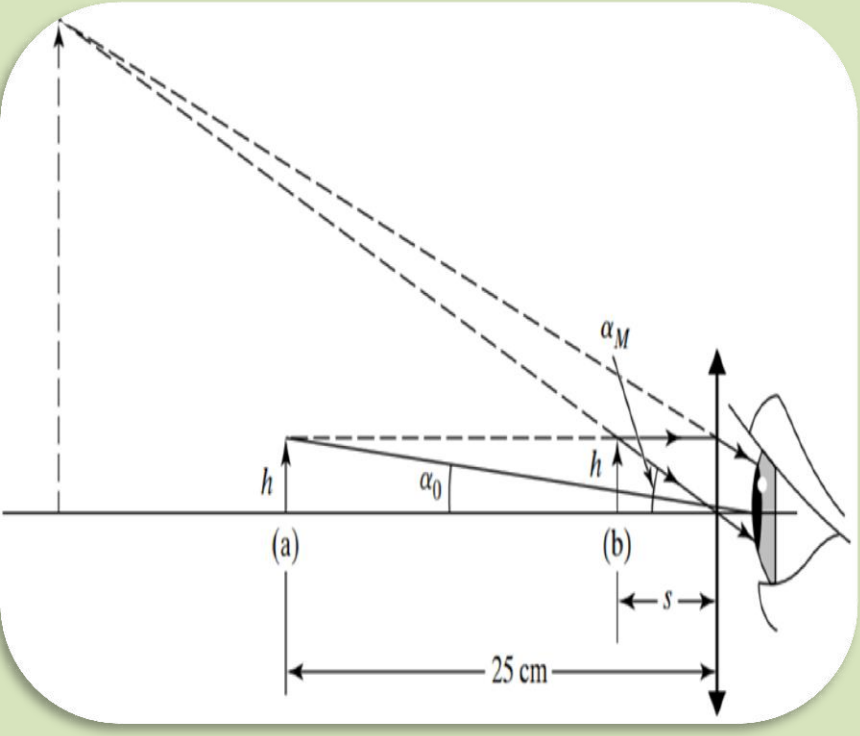


۴) سه تایی کوک:



پرتوهای نور
سنسور
Sensor

4-6 ذره بین و چشمی:



- وقتی با چشم غیر مسلح به یک شئ با اندازه ی نگاه می کنیم، این شئ بنابه فرض در نقطه ی نزدیک چشم عادی واقع است و 25cm از چشم فاصله دارد. برای اینکه تصویر بزرگتری روی شبکیه بیفتد، ذره بین را بین شئ و چشم قرار می دهیم و شئ را به مکان نزدیکتری(b) می آوریم که روی نقطه ی کانونی عدسی یا از داخل متصل به آن است.

$$tan\alpha_0 \cong \alpha_0 \cong \frac{h}{25}$$

$$tan\alpha_m \cong \alpha_m \cong \frac{h}{S}$$

$$M_\theta = M = \frac{\alpha_m}{\alpha_0} = \frac{\frac{h}{S}}{\frac{h}{25}} = \frac{25}{S}$$

$if \quad S = f \rightarrow$ تصویر در $\infty \rightarrow M = \frac{25}{f}$ حداکثر بزرگنمایی عدسی

$$S' = -25cm \rightarrow \frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f} \rightarrow S = \frac{25f}{25+f}$$

$$M = \frac{25}{S}$$

$$\Rightarrow M = \frac{25}{f} + 1$$

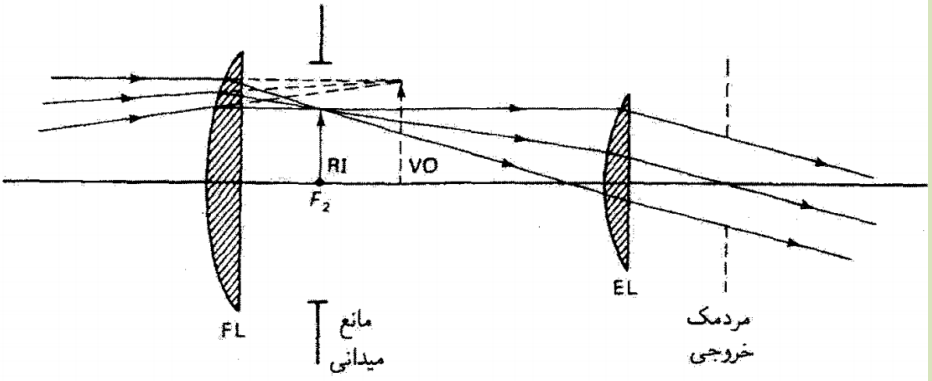
معمولاً برای ذره بین ها $2X < M < 10X$ است.

- *برای تشکیل تصاویری با کیفیت خوب باید ابیراهی های چشمی را کاهش دهیم مخصوصاً ابیراهی رنگی. که برای تصحیح آن اکثراً از دو عدسی استفاده می کنیم. فاصله ی کانونی دو عدسی نازک به فاصله ی L برابر است با:*

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

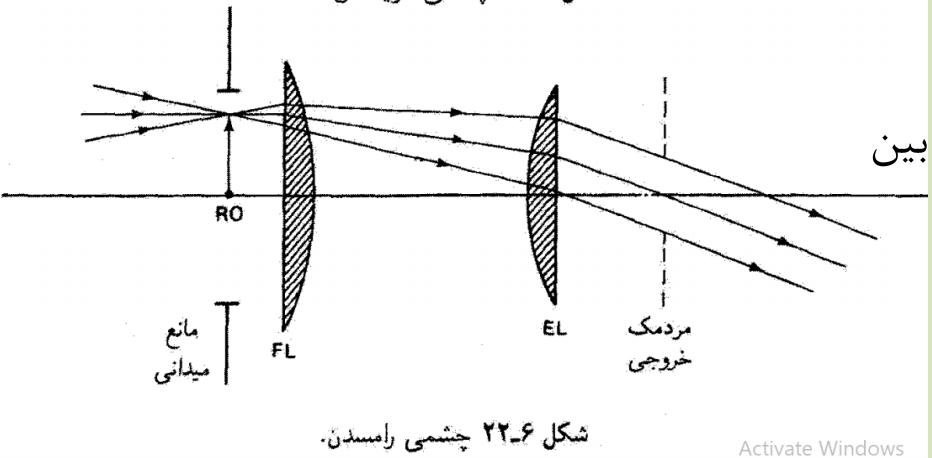
$$f \quad L = \frac{f_1 + f_2}{2} \rightarrow$$

ابیراهی رنگی کمینه خواهد بو



شکل ۶ـ۲۱ چشمی هویگنس.

Activate Windows



شکل ۶ـ۲۲ چشمی رامسدن.

Activate Windows

چشمی

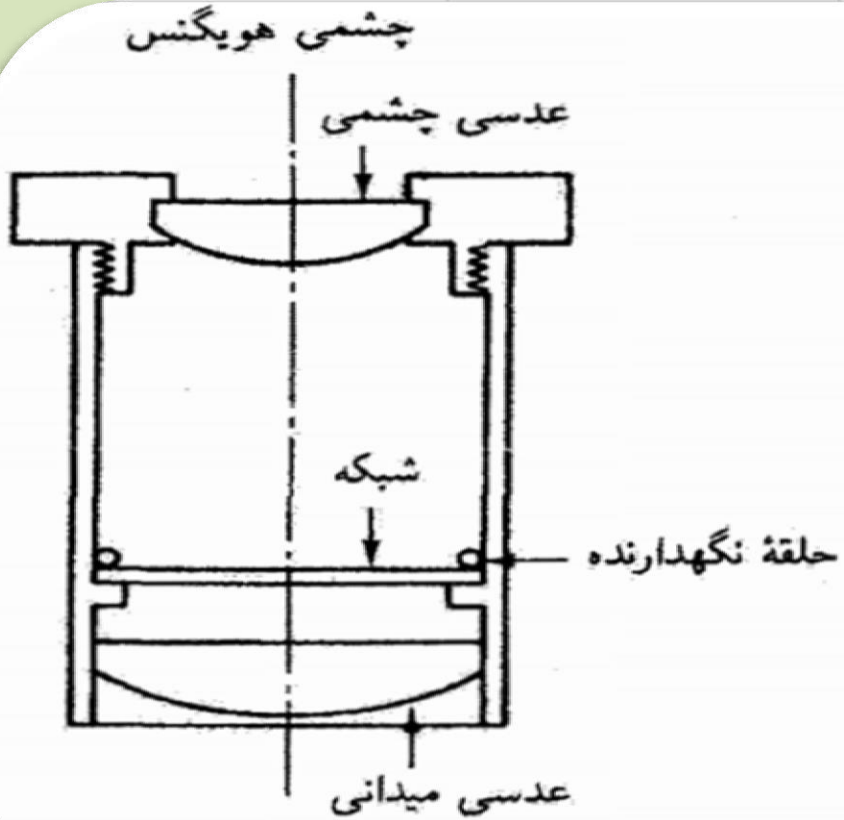
- چشمی هویگنس (شاخص داخل سیستم)
- چشمی رامسدن (شاخص بیرون سیستم)

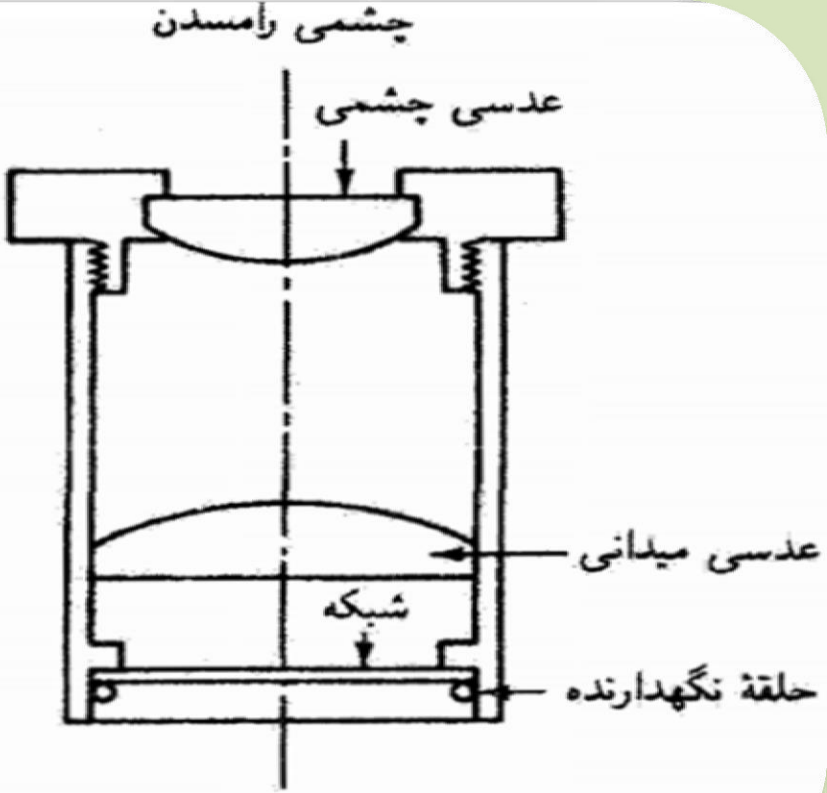
نکات طراحی :

۱)قطر مردمک خروجی سیستم = قطر مردمک چشم انسان

۲)فاصله ی عدسی چشمی تا مردمک خروجی 16-26mm بین باشد(چشم آسودگی)

۳) $4X < M < 25X$





شکل ۶ـ۲۳ ترسیم چشمیهای هویگنس و رامسدن.

Activate

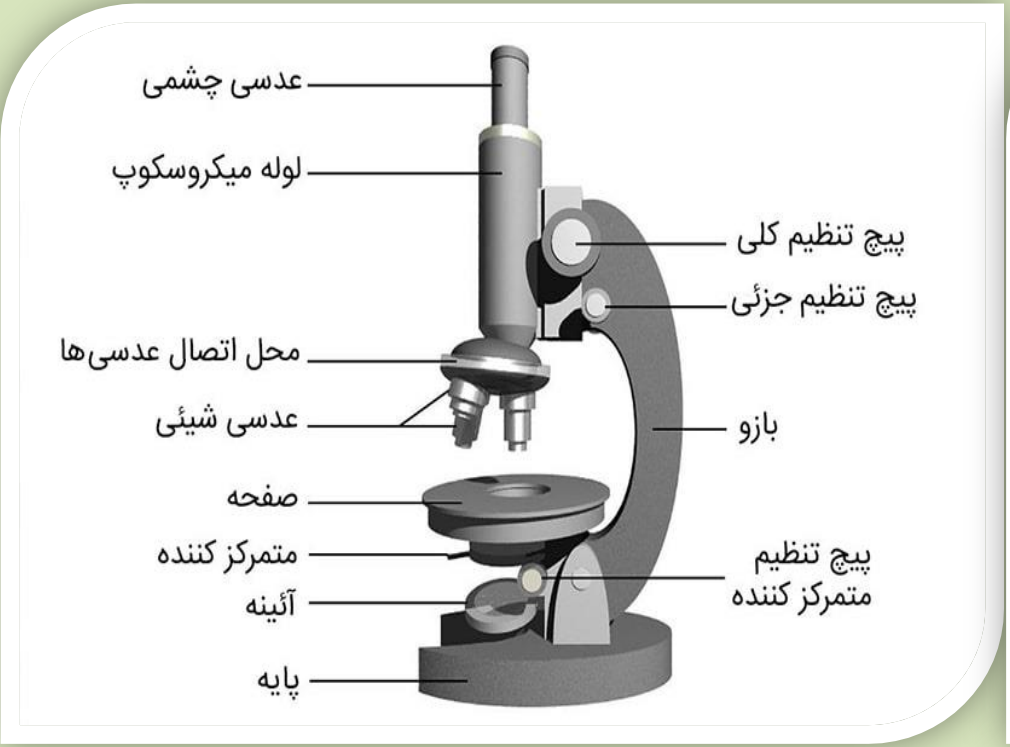
- *مثال: در یک چشمی هویگنس از دو عدسی کانونی 6.25cm و 2.5cm استفاده شده است. فاصله ی بهینه برای کاهش ابیراهی رنگی، فاصله ی کانونی معادل و بزرگنمایی زاویه ای آنها را وقتی تصویر در بی نهایت دیده می شود بدست آورید.*

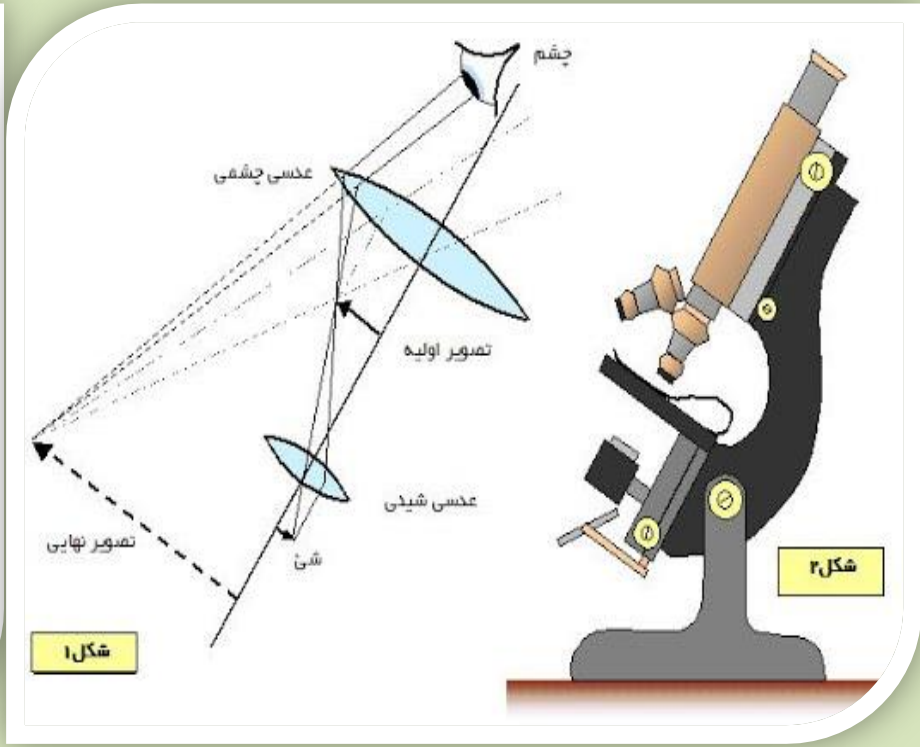
$$L = \frac{1}{2}(6.25 + 2.5) = 4.375cm$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{L}{f_1 f_2} = \frac{1}{6.25} + \frac{1}{2.5} - \frac{4.375}{(6.25)(2.5)} \rightarrow f = 3.75cm$$

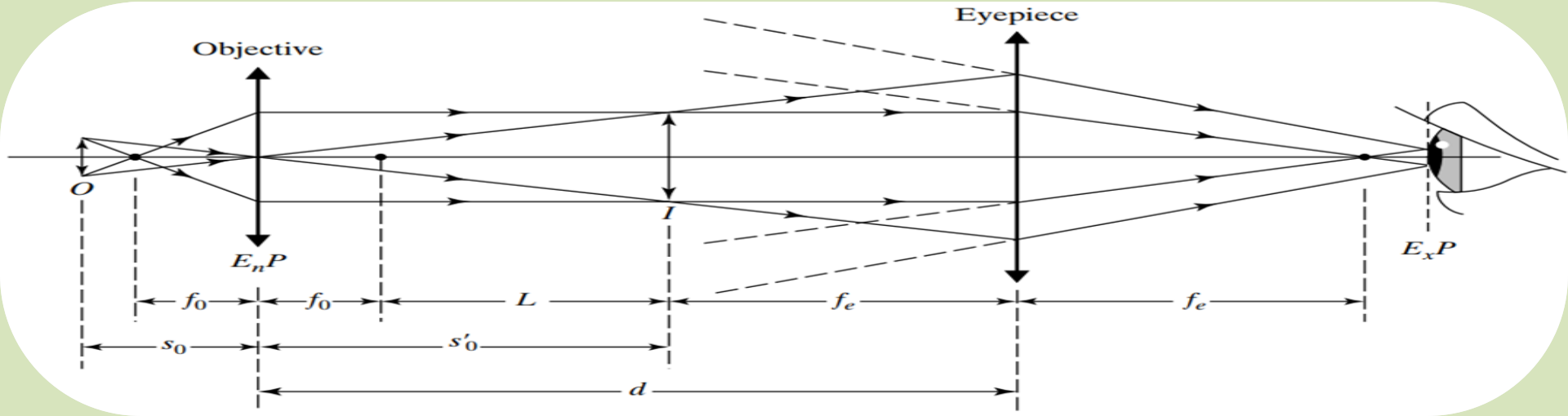
$$M = \frac{25}{3.75} = 7X \quad , \quad M = \frac{25}{3.75} + 1 = 8X$$

5-6 میکروسکوپ





- ساده ترین نوع میکروسکوپ متشکل از دو عدسی مثبت است که یکی عدسی شئی با فاصله کانونی کوچک است که در برابر شئ قرار می گیرد و دیگری عدسی چشمی است که این عدسی به تصویر حقیقی حاصل از عدسی شئی نگاه می کند. عدسی شئی کار مردمک ورودی را در این دستگاه یا ابزار اپتیکی انجام می دهد و تصویر شئی در چشمی همان مردمک خروجی است. اگر یک شئ خارج از فاصله ی کانونی عدسی شئی قرار گرفته باشد تصویر در محدوده ی فاصله ی کانونی عدسی چشمی است. تصویر نهایی که به چشم ما می رسد مجازی، بزرگتر و وارون است.



$$\left.\begin{array}{l} M = \dfrac{25}{f_t} \\ \dfrac{1}{f_t} = \dfrac{1}{f_o} + \dfrac{1}{f_e} - \dfrac{L}{f_e f_o} \end{array}\right\} \Rightarrow M = \frac{25(f_e + f_o + d)}{f_e f_o}$$

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{1}{S_o} + \dfrac{1}{S'_o} = \dfrac{1}{f_o} \\ S'_o = d - fe \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{1}{S_o} = \frac{S'_o - fo}{f_o S_o} = \frac{d - fe - fo}{f_o S'_o} \rightarrow \frac{S'_o}{S_o} = \frac{d - fe - fo}{f_o}$$

$$M = -\frac{25}{f_e}\frac{S'_o}{S_o} \xrightarrow{M=\frac{L}{f_o}} M = -\left(\frac{25}{f_e}\right)\left(\frac{L}{f_o}\right)$$

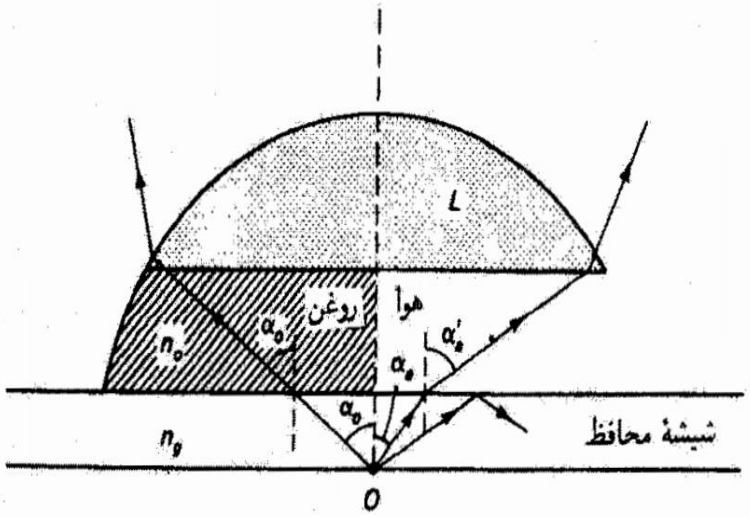
مثال: میکروسکوپی دارای یک شئی با فاصله ی کانونی 3.8cm و یک چشمی با فاصله ی کانونی 5cm است. اگر فاصله ی بین دو عدسی 16.4cm باشد، بزرگنمایی میکروسکوپ را بدست آورید.

$$L = 16.4 - 3.8 - 5 = 7.6cm$$

$$M = -\left(\frac{25}{5}\right)\left(\frac{7.6}{3.8}\right) = -10X$$

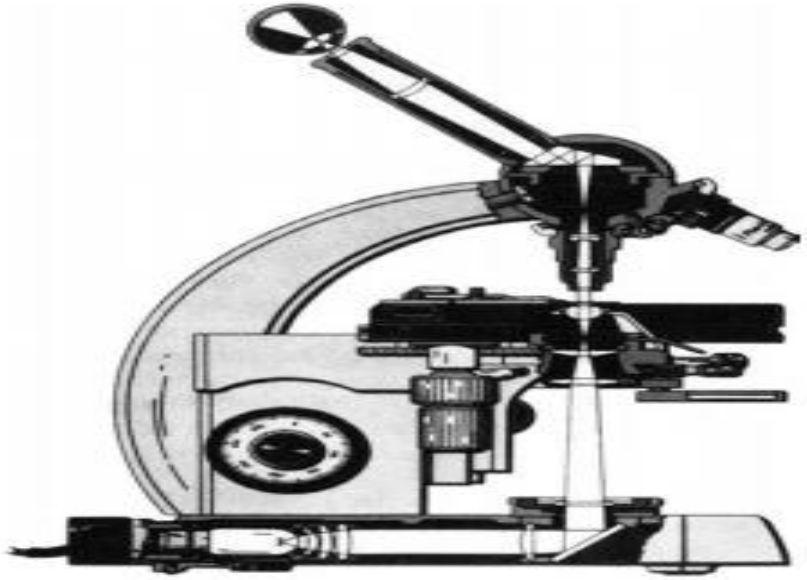
اگر $M \uparrow \leftarrow \downarrow f_o$ و f_e یا $S_o \downarrow$

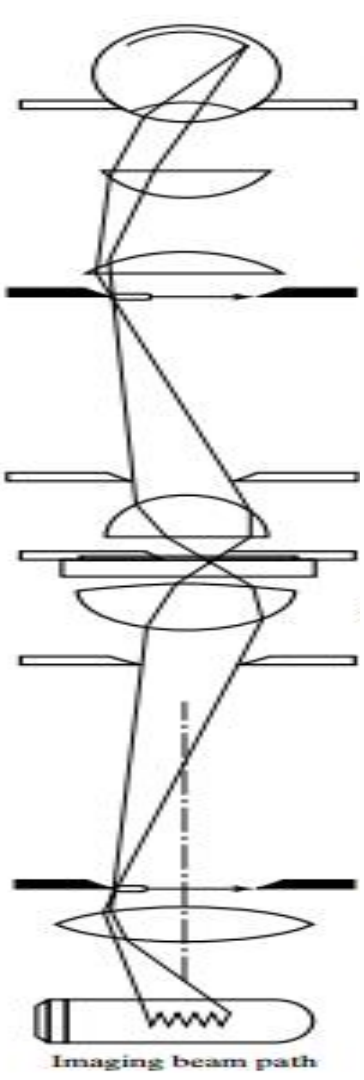
قطره ی روغن برای از بین بردن انحراف نور و ابیراهی کروی وجود دارد.

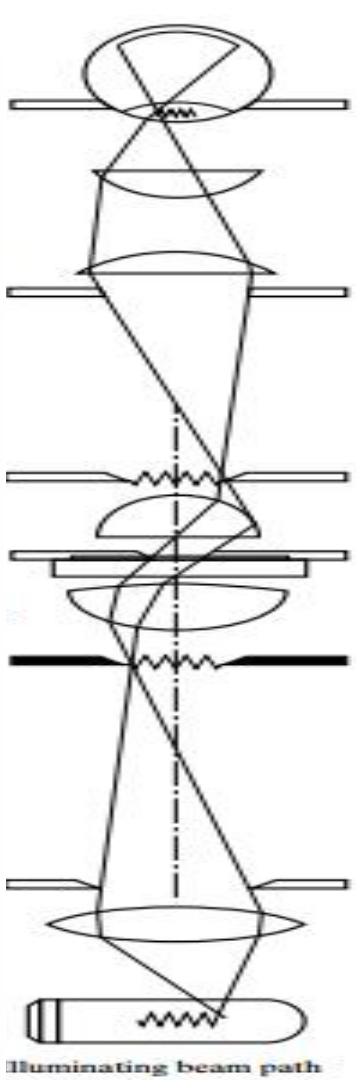


شکل ۶ـ۲۵ شیئی میکروسکوپ، با نمایش توان جمع‌آوری نور افزایش‌یافتهٔ یک عدسی غوطه‌ور در روغن.

$$N.A = ng\ sin\alpha_0 \begin{cases} \xrightarrow{n=1} N.A = sin\alpha_0 \\ \rightarrow N.A = n_0\ sin\alpha_0{}' \end{cases}$$

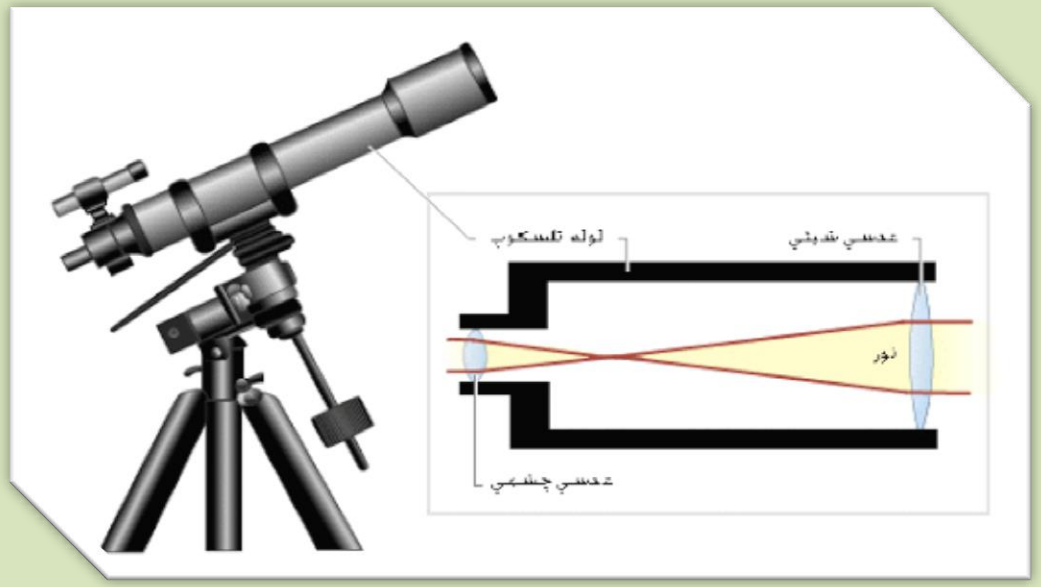



Final image
مردمک خروجی (چشمی)
تصویر میانی حقیقی
مردمک خروجی شیئی
نمونه
دیافراگم چگالنده
دیافراگم میدان
چشمهٔ نور
Imaging beam path


Illuminating beam path

6-6 تلسکوپ :

- تلسکوپ ها را می توان بسته به اینکه در آنها برای تولید تصویر از عدسی یا آینه استفاده شده باشد به شکستی یا بازتابی رده بندی کرد.

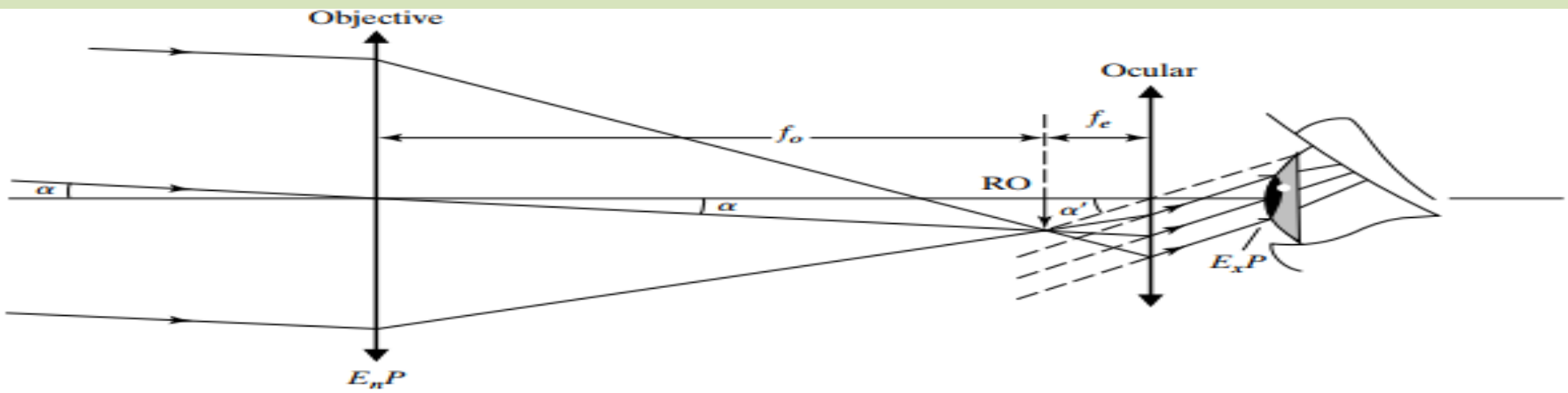


- تلسکوپ شکستی:

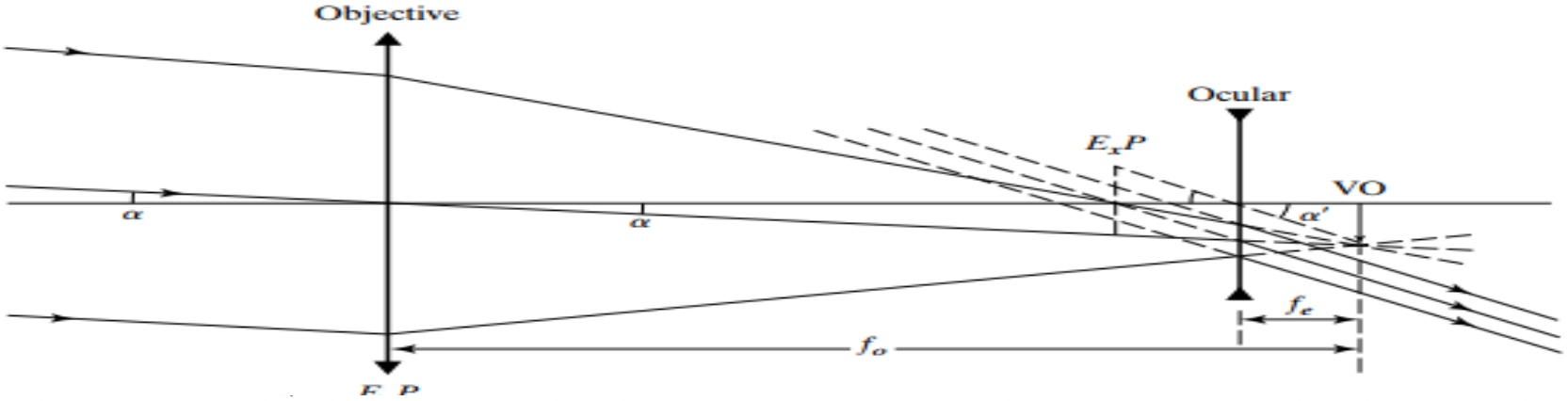
این نوع تلسکوپ نیر بر اساس اینکه تصویر وارون است یا مستقیم به دو دسته تقسیم می شود.تلسکوپ کپلری را غالباً تلسکوپ نجومی می نامند زیرا وارونی اشیاء نجومی در تصویرهای تشکیل شده مشکلی بوجود نمی آورد.

نوع دیگر این تلسکوپ گالیله ای است که توسط یک چشمی با فاصله ی کانونی منفی تصویری مستقیم ایجاد می کند.

در هر دو مورد پرتوهای تقریباً موازی نور از شئ دور توسط یک عدسی شئی مثبت جمع آوری می شوند و تصویری حقیقی در فاصله ی کانونی آن تشکیل می شود. بسته به اینکه عدسی شکستی از نوع نجومی است یا گالیله ای به ترتیب عدسی چشمی از نوع مثبت یا منفی است.



شکل ۶ـ۲۷ تلسکوپ نجومی.



شکل ۶ـ۲۸ تلسکوپ گالیله‌ای.

طول تلسکوپ : $L = f_e + f_o$

$$M = -\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{-\frac{h}{f_e}}{\frac{h}{f_o}} = -\frac{f_o}{f_e}$$

بزرگنمایی مردمک عرضی $m_e = \frac{\text{قطر مردمک خروجی}}{\text{قطر مردمک ورودی}} = \frac{\text{قطر مردمک خروجی}}{\text{قطر عدسی شئ}} = \frac{D_{ex}}{D_{obj}}$

نیوتون ← قبلاً ← از طرفی $m_e = -\frac{f}{x} = -\frac{f_e}{f_o}$

$$M = -\frac{f_o}{f_e}$$

$$\Longrightarrow m_e = \frac{1}{M} = \frac{D_{ex}}{D_{obj}} \rightarrow D_{ex} = \frac{D_{obj}}{M}$$

- *مثال: تلسکوپ* 6×30 *با فاصله ی کانونی* $f_o = 15cm$ *و قطر عدسی چشمی* $1.5cm$ *مفروض است. میدان دید و چشم آسودگی را برای این تلسکوپ بیابید.*

$$6\times 30 \begin{cases} M = 6X \\ D_{obj} = 30mm \end{cases} \longrightarrow D_{ex} = \frac{30}{6} = 5mm$$

$$f_e = -\frac{f_o}{M} = -\frac{15cm}{6} = -2.5cm$$

چشم اسودگی =فاصله مردمک خذوجی تا چشمی

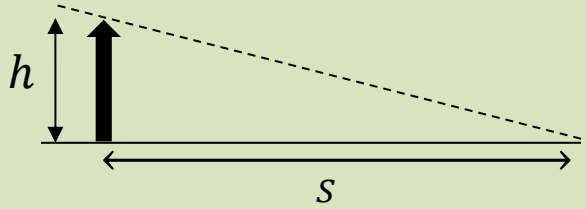
$$\frac{1}{S'} + \frac{1}{S} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{S'} + \frac{1}{L} = \frac{1}{f_e} \rightarrow S' = 2.9cm$$

$L = 15cm + 2.5cm = 17.5cm$ نجومی

$L = 15cm - 2.5cm = 12.5cm$ گالیله ای

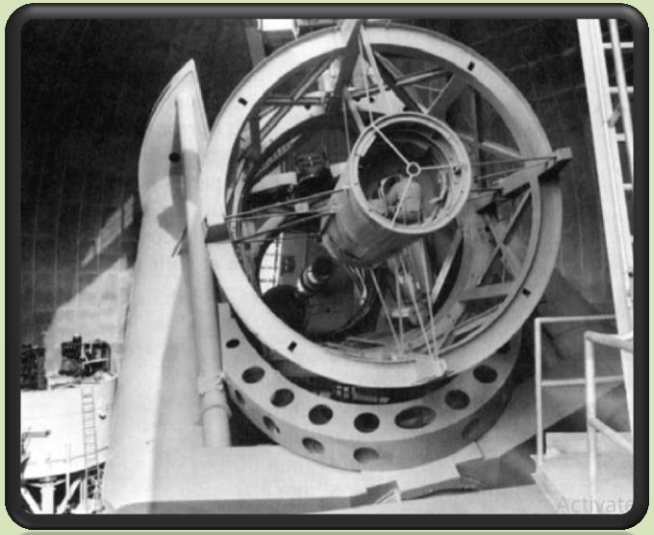
میدان دید در ۱۰۰۰ متری:

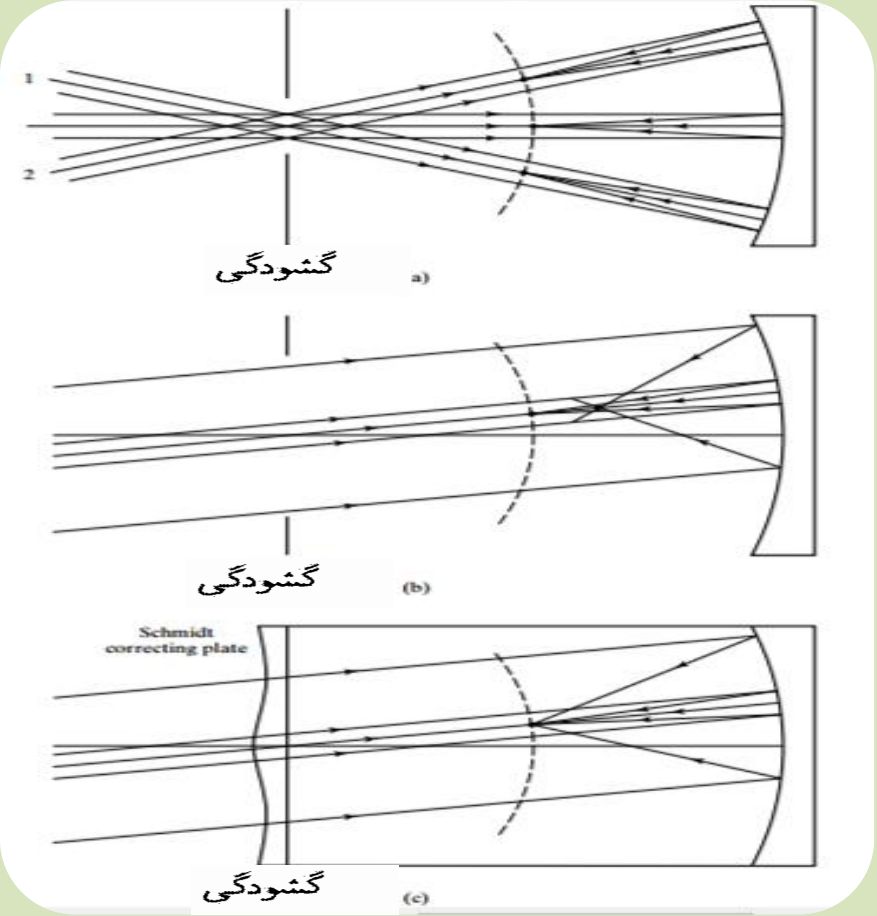
$$h \cong S\theta \xrightarrow{\theta=\frac{D_f}{L}} h \cong S\frac{D_f}{L} \cong 1000m\,\frac{0.005m}{0.175m} = 28.57m$$



تلسکوپ بازتابی:

- عدسی های شئی با گشودگی بزرگتر تفکیک و توانایی جمع آوری نور بیشتری را فراهم می کنند.برای رفع اینچنین مشکلاتی و همچنین کاهش ابیراهی رنگی از سطوح بازتاب خمیده به جای عدسی ها استفاده می شود. یک نوع از این تلسکوپ بازتابگر ۲۰۰ اینچی هیل در مونت پالومار است که از این نوع آینه استفاده شده است.





- تلسکوپ اشمیت: هدف اشمیت این بود که ابیراهی کروی آینه ی کروی اولیه را با استفاده از یک تخته ی نازک بازتابنده ی تصحیح کننده در گشودگی تلسکوپ حذف کند.

به دلیل اینکه محور هریک از دسته های پرتو موازی وارد شده در دستگاه را می توان محور اپتیکی در نظر گرفت، بنابراین هیچ نقطه ی برون محوری وجود ندارد. پس در نتیجه ابیراهی کوما و آستیگماتیسم وجود ندارد.