بسمه تعالی

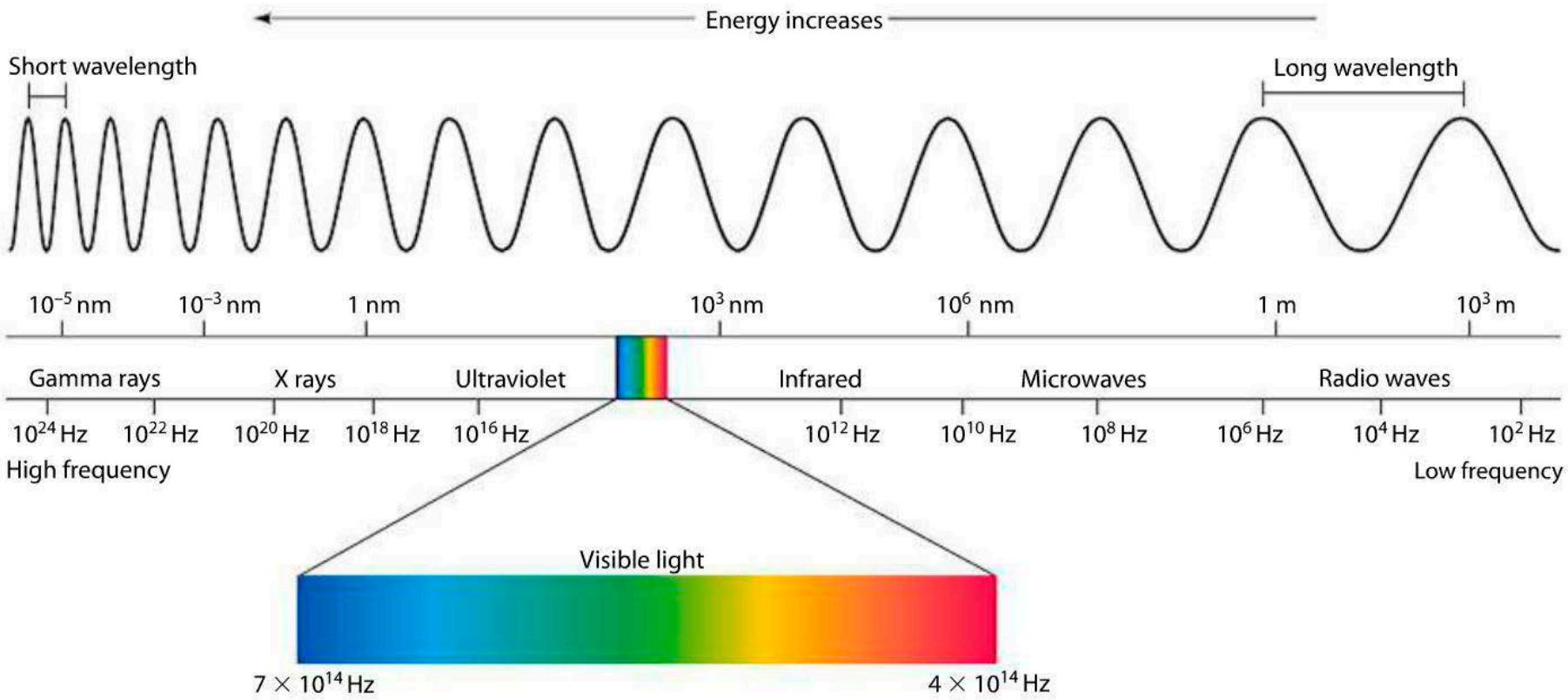
نور و بینایی

سیلابس فصل هفتم

- ویژگیهای نور
- فیزیک چشم و بینایی
- استفاده از نور در پزشکی

ویژگیهای نور

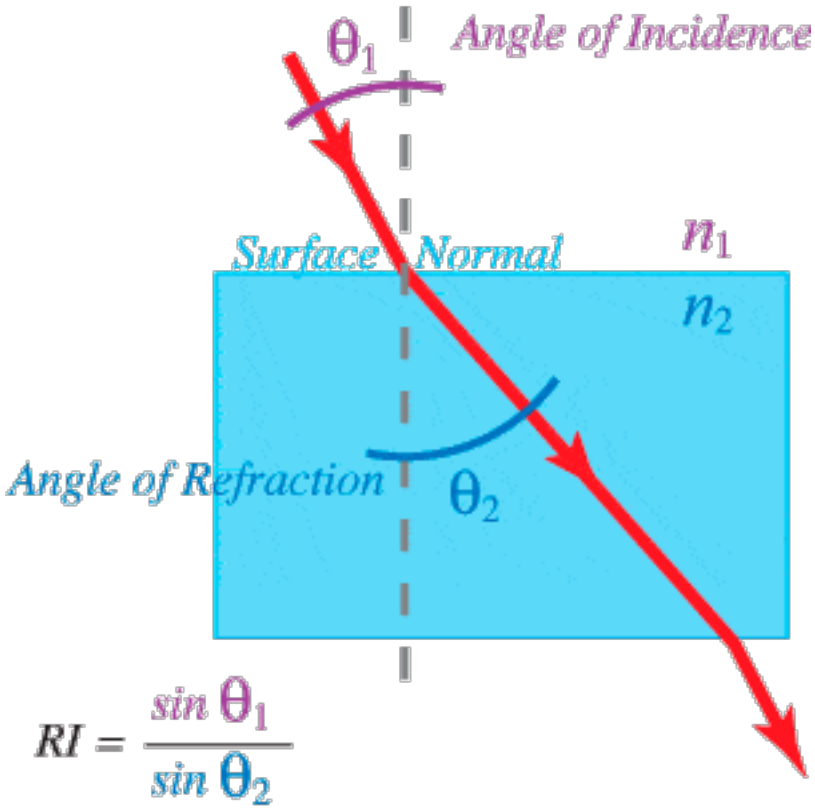
نور، یک موج الکترومغناطیس



2-4 eV energy

ویژگیهای نور

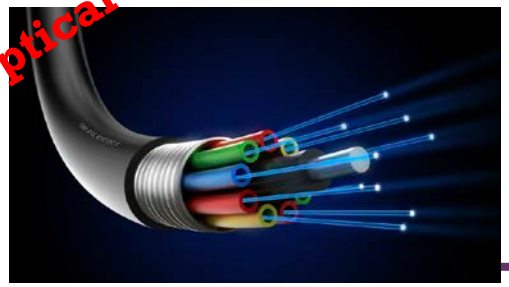
۱. تغییر سرعت نور با انتشار از محیطی به محیط دیگر
۲. شکست نور در برخورد غیر عمود به سطح ماده

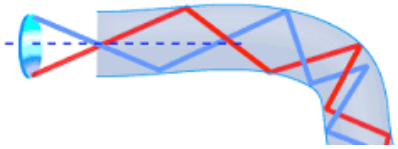


$$n = \frac{c}{v}$$

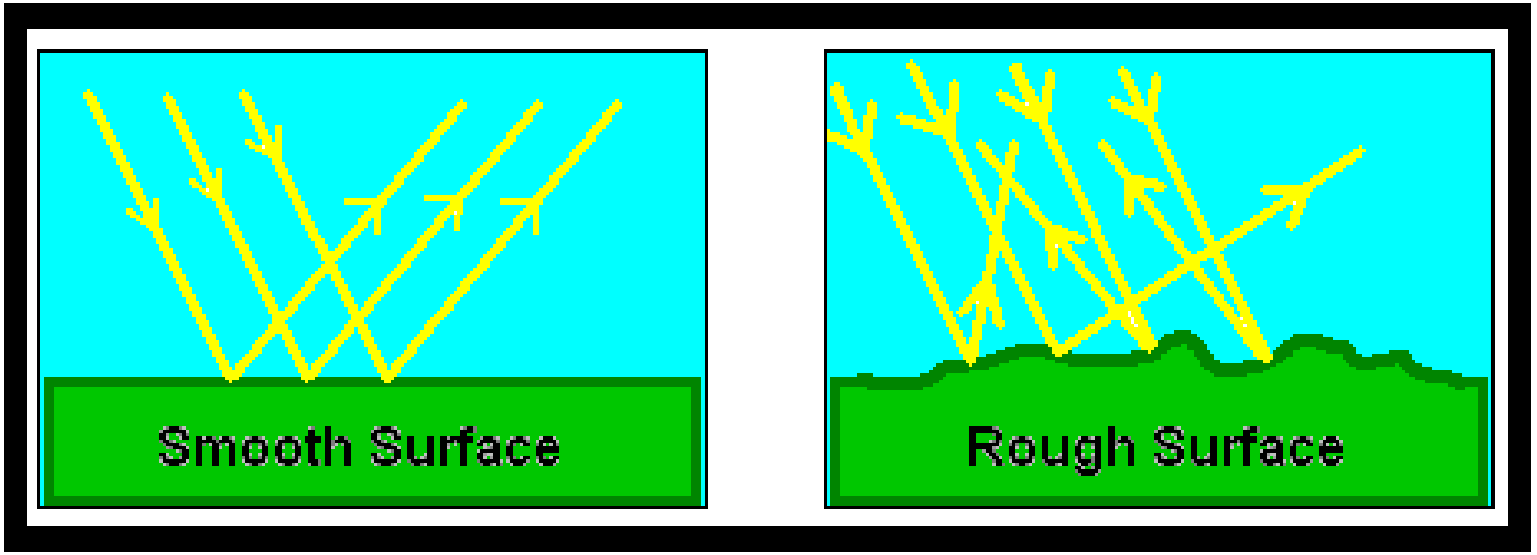
$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}$$

ویژگیهای نور





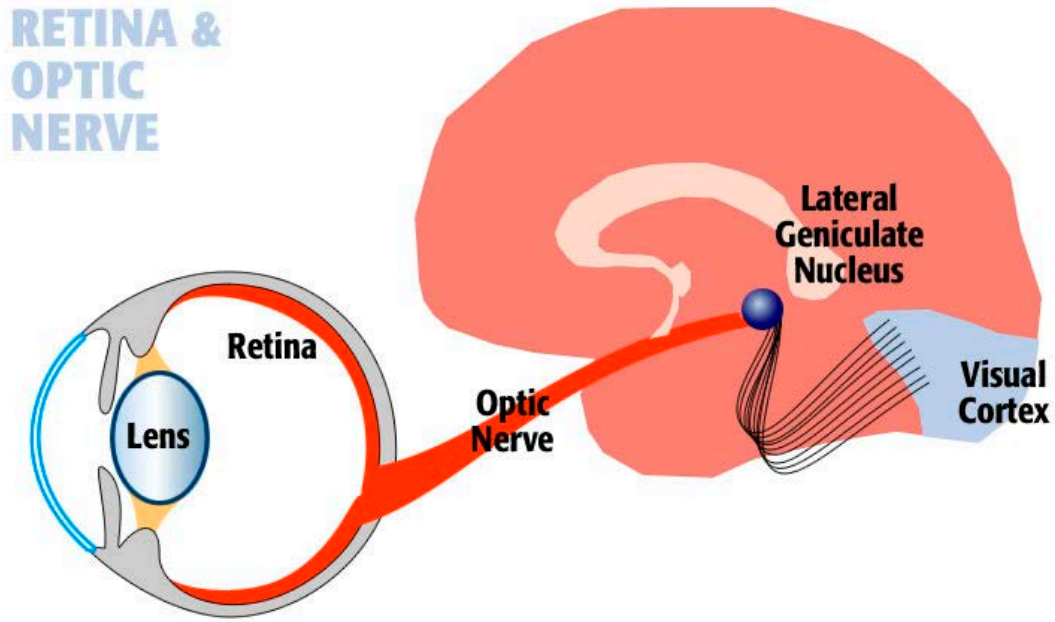
۳ خاصیت نور مانند موج و ذره
۴ تولید انرژی گرمایی پس از جذب نور
۵ بازتاب نور از سطوح صاف و ناصاف



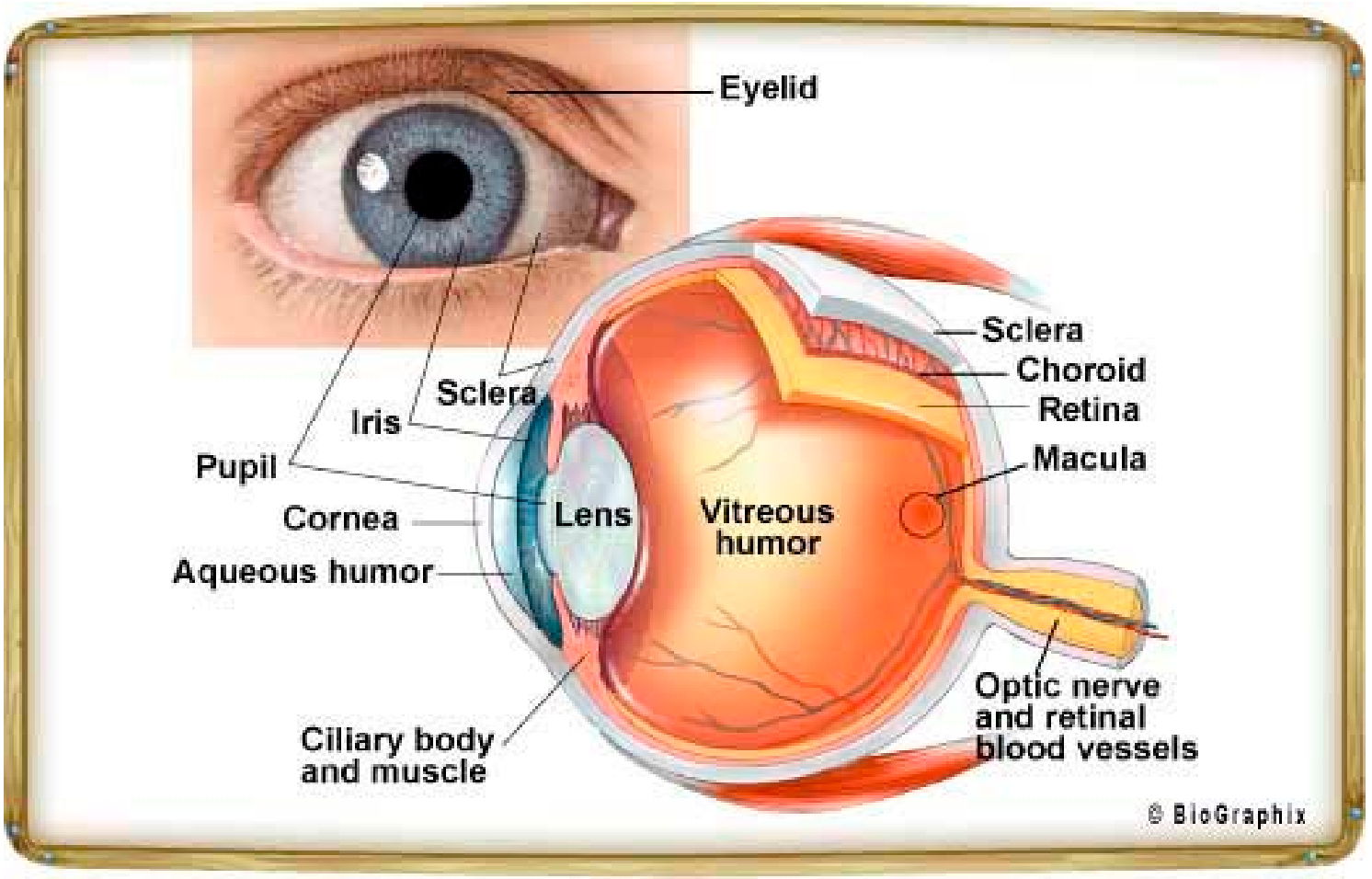
فیزیک چشم و بینایی

حس بینایی

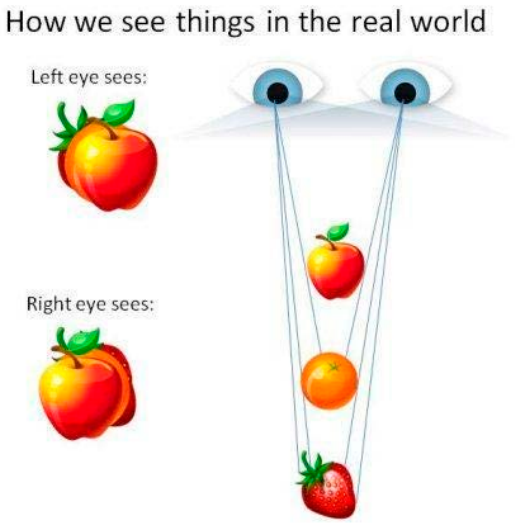
۱- چشمها، متمرکز کننده تصویر جهان بیرون روی شبکیه
۲- میلیونها عصب، منتقل کننده اطلاعات به مغز
۳- قشر بینایی مغز، پردازش اطلاعات و تصاویر دریافتی



آناتومی چشم


Eyelid
Sclera
Iris
Pupil
Cornea
Aqueous humor
Lens
Vitreous humor
Ciliary body and muscle
Sclera
Choroid
Retina
Macula
Optic nerve and retinal blood vessels
© BioGraphix

ویژگیهای خاص سیستم بینایی



- زاویه دید بزرگ در حین نگاه متمرکز
- لغزنده و پاک سازی قرنیه با پلک زدن
- امکان تمرکز سریع روی اجسام نزدیک و دور
- عملکرد مناسب در روز روشن تا شب بسیار تاریک
- قرنیه: توانایی ترمیم و برطرف کننده خش
- مردمک: تنظیم کننده روزنه ورود نور
- تنظیم خودکار فشار داخلی چشم حدود ۲۰ میلیمتر جیوه
- محفظه ایمن استخوانی اطراف چشم و تکیه چشم بر بالشتکی از چربی برای کاهش شدت ضربه های ناگهانی
- تشکیل تصویر معکوش در شبکیه و اصلاح آن توسط مغز
- پردازش تصاویر دریافتی هر دو چشم توسط مغز و درک مناسب عمق و دید سه بعدی
- امکان حرکت چشم در تمامی جهات توسط ماهیچه های اطراف چشم

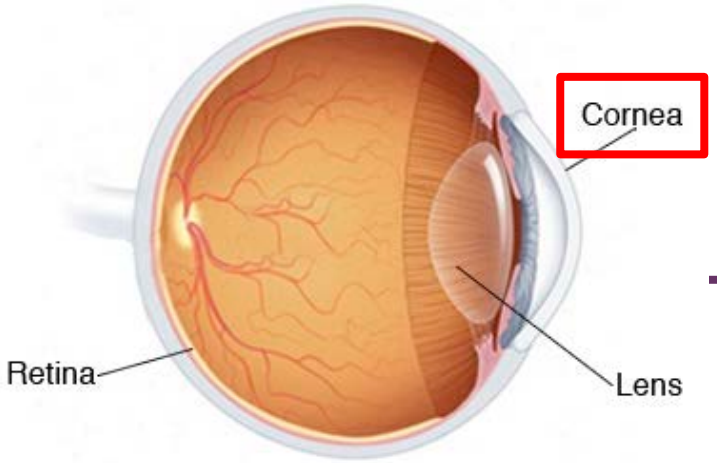
عناصر متمرکز کننده نور در چشم

اجزای چشم	ضریب شکست
قرنیه	۱/۳۷
مایع زلالیه	۱/۳۳
عدسی	۱/۴
مایع زجاجیه	۱/۳۳

قرنیه: عنصر متمرکز کننده ثابت – ۲/۳ تمرکز نور

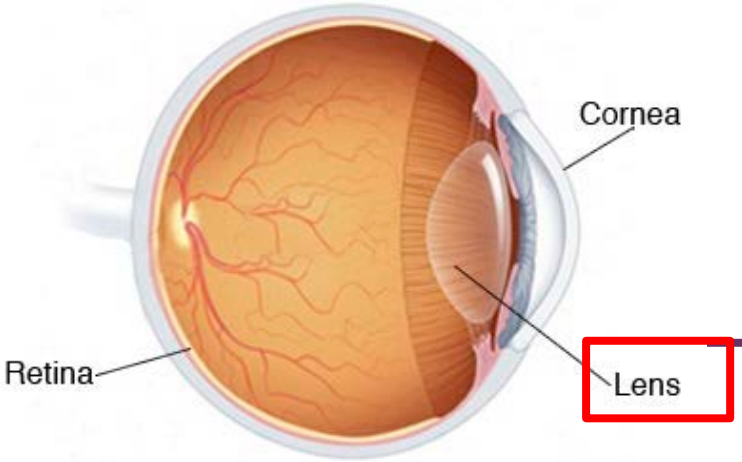
عدسی: شکلی متغیر با قابلیت تمرکز اجسام در مسافتهای دور – تمرکز دقیق

قرنیه



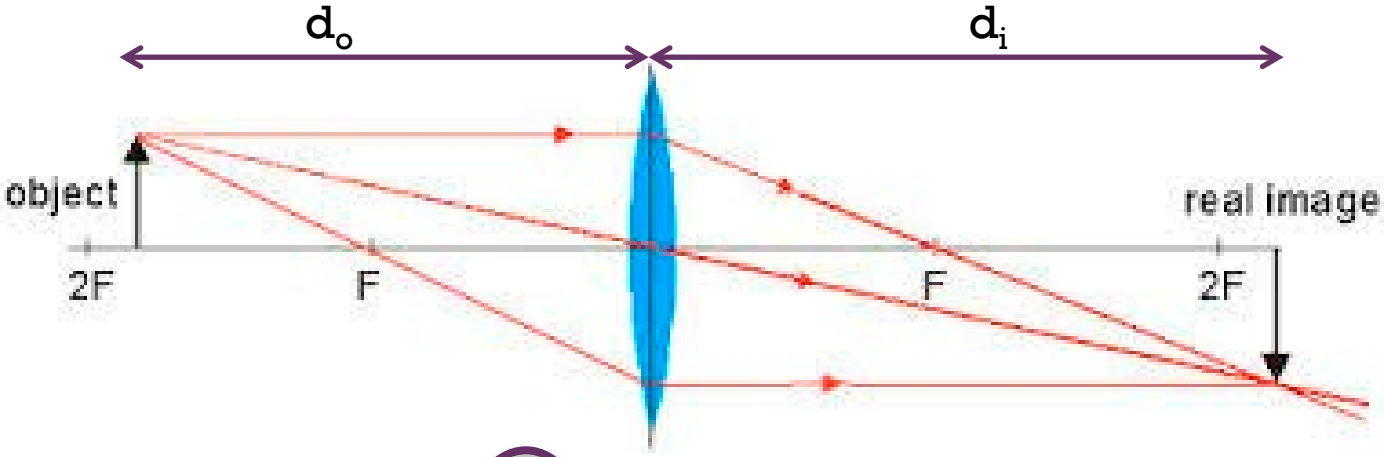
- ✓ ثابت بودن ضریب شکست نور در قرنیه هر فرد
- ✓ تفاوت شکست از فردی به فرد دیگر
- ✓ تغییر خمش قرنیه عامل بیشتر ناهنجاریهای دید
- ✓ خمش زیاد: چشم نزدیک بین، خمش کم: چشم دوربین ، خمش نامنظم: چشم آستیگماتیسم
- ✓ عدم وجود رگهای خونی در قرنیه
- ✓ تامین اکسیژن از هوا و مواد غذایی از مایع زلالیه
- ✓ توان خودترمیمی قرنیه در صورت خراشیدگی
- ✓ کدورت قرنیه بر اثر تابش اشعه فرابنفش، پرتوهای ایکس و ...
- ✓ امکان عمل پیوند قرنیه پس از مرگ اهداکنندگان

عدسی



- ✓ امکان همگراکنندگی در دو سطح جلو و عقب
- ✓ توان همگرایی کمتر از قرنیه
- ✓ خمیدگی بیشتر عدسی در پشت
- ✓ احاطه توسط موادی با ضریب شکست مشابه، ضریب شکست موثر برابر ۱/۷
- ✓ تمرکز با تغییر شکل عدسی
- ✓ آب مروارید و عدم شفافیت عدسی بر اثر پرتوهای فرابنفش
- ✓ جراحی و بیرون آوردن عدسی کدر و جایگزینی با عدسی مصنوعی

مروری بر قوانین عدسیها



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

توان عدسی به دیوپتر (D) Diopter

توان چند عدسی سری

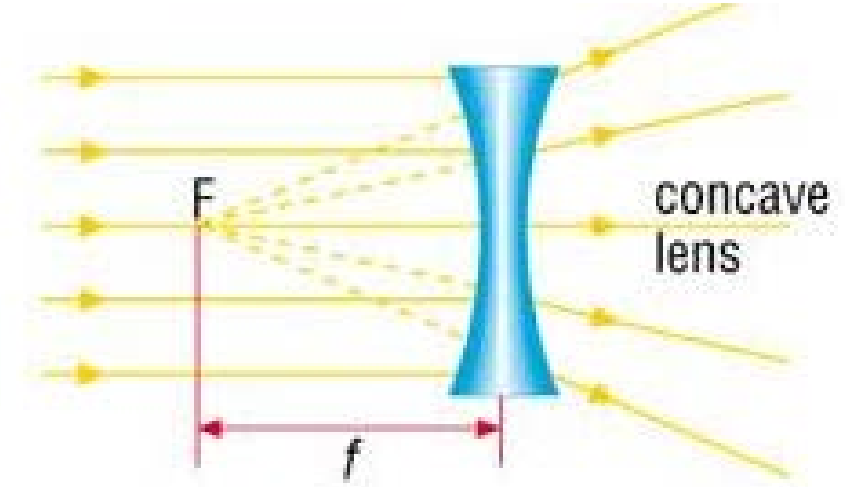
$$\frac{1}{F_1}+\frac{1}{F_2}+\ldots=\frac{1}{F}$$

بزرگنمایی

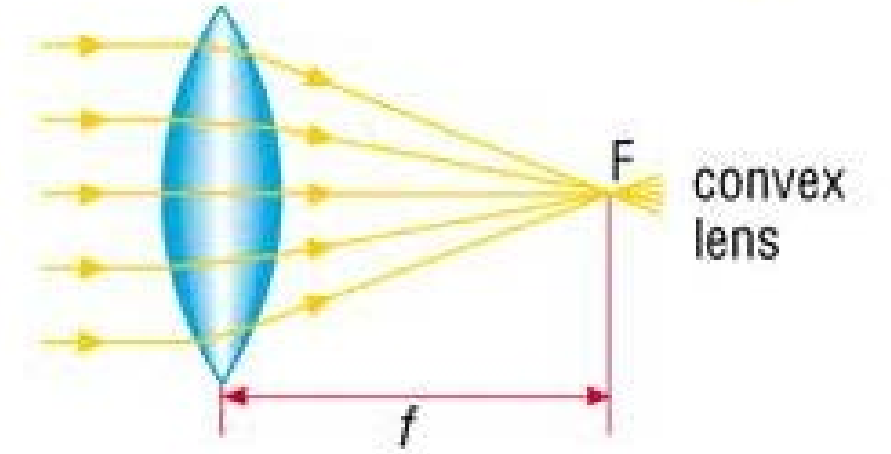
$$M=\frac{d_i}{d_o}=\frac{image\ length}{object\ length}$$

مروری بر قوانین عدسیها

- ✓ فاصله کانونی منفی در عدسیهای مقعر
- ✓ تشکیل تصویر مجازی



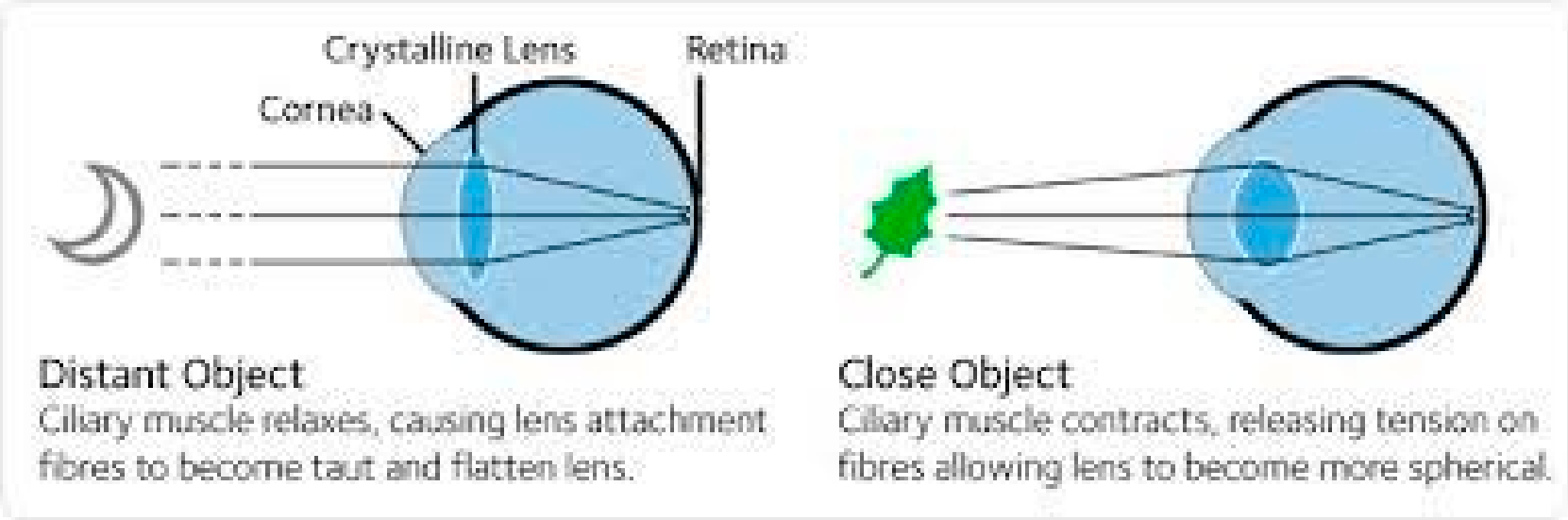
- ✓ فاصله کانونی مثبت در عدسیهای محدب
- ✓ تشکیل تصویر حقیقی



تطابق عدسی

ماهیچه های حلقوی در حال استراحت ← عدسی به حالت تخت و کمترین توان ← تمرکز بر اجسام دور
ماهیچه های حلقوی در حال انقباض ← عدسی به حالت گرد و بیشترین توان ← تمرکز بر اجسام نزدیک

پیرچشمی: عدسی تمام قدرت تطابق خود را از دست داده است



تطابق عدسی
مثال

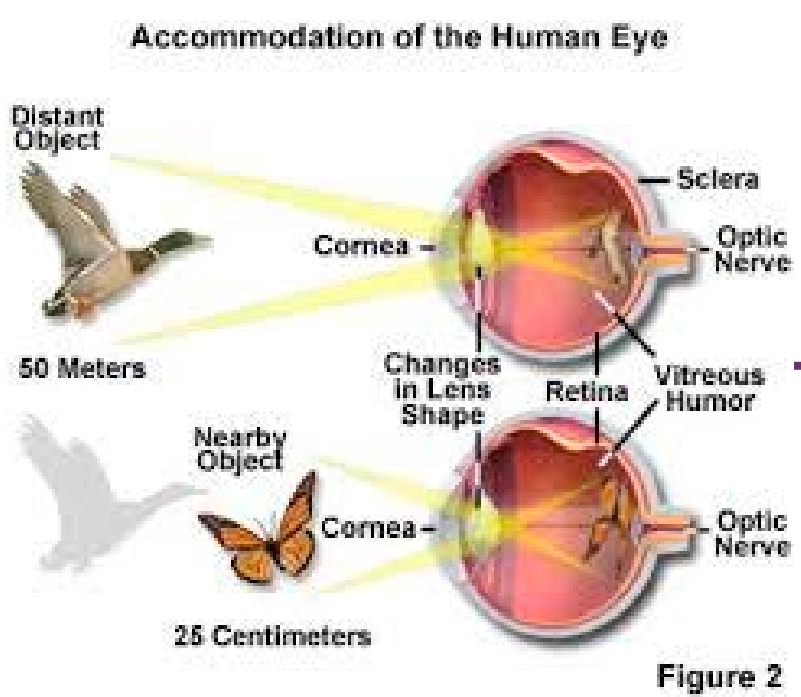


Figure 2

فاصله تصویر روی شبکیه تا عدسی یا قرنیه: ۲ سانتیمتر

هنگام خیره شدن به دوردست

هنگام تمرکز بر روی جسمی در فاصله ۲۵ سانتیمتری چشم

مردمک، زجاجیه، صلبیه
Sclera, Vitreous Humor, Pupil

مردمک: سوراخی در مرکز عنبیه، محل ورود نور به عدسی، تغییر قطر با میزان نور ورودی
۳۰۰ ثانیه برای بازشدن کامل در تاریکی به قطر ۸ میلیمتر
۵ ثانیه برای بسته شدن در نور زیاد به قطر ۳ میلیمتر

مایع زجاجیه: ماده شفاف و ژله مانند، پر کننده فضای بین عدسی و شبکیه، کمک به ثابت ماندن شکل چشم

صلبیه: پوششی محکم، سفید و نفوذناپذیر در برابر نور، در برگیرنده تمام کره چشم به جز قرنیه

زلالیه
Aqueous Humor

زلالیه:

مایعی مانند آب بین قرنیه و عدسی با تمام خصوصیات خون به جز سلولهای خونی

تامین مواد غذایی برای قرنیه و عدسی

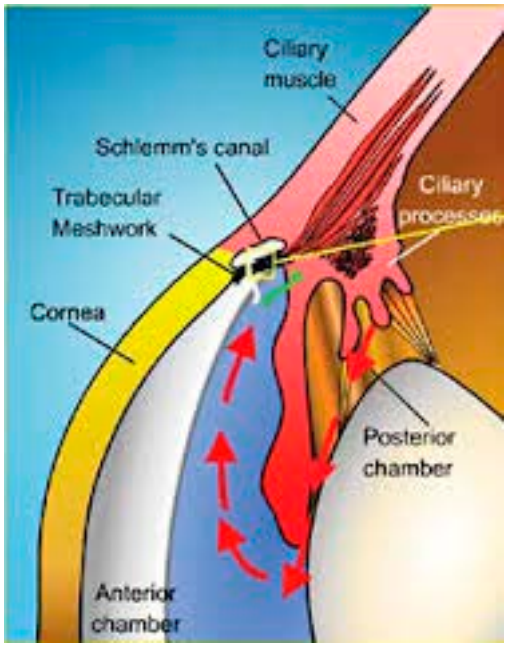
حفظ فشار چشم در ۲۰ میلیمتر جیوه

تولید پیوسته و تخلیه مازاد آن از طریق کانال شلم

افزایش فشار چشم (آب سیاه) در صورت گرفتگی لوله شلم

کاهش دید و نهایت کوری

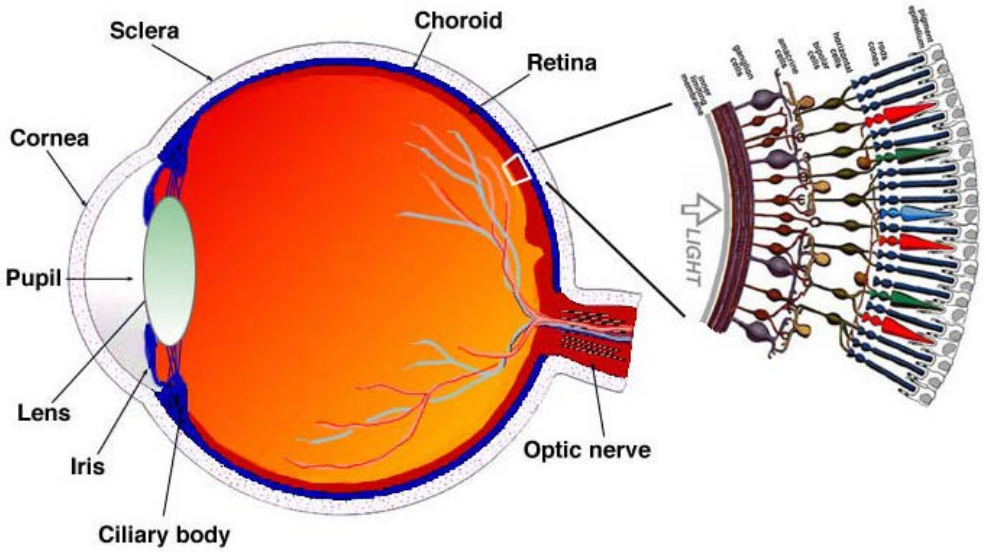
استفاده از قطره های ضد گلوکوما



شبکیه
Retina

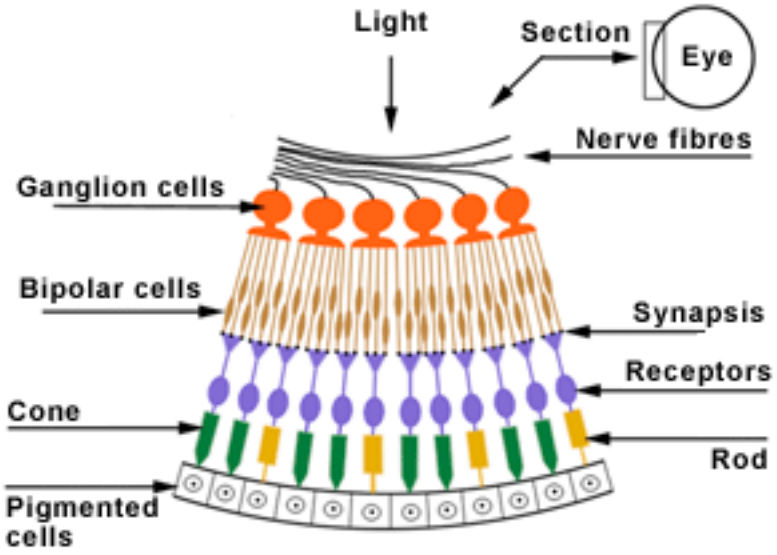
شبکیه: بخش حساس به نور چشم که پس از جذب انرژی فوتون نور و یک واکنش فوتوشیمیایی، پتانسیل عمل را آغاز و تصویرهای نوری را برای ارسال به مغز به پیامهای الکتریکی عصبی تبدیل می کند.

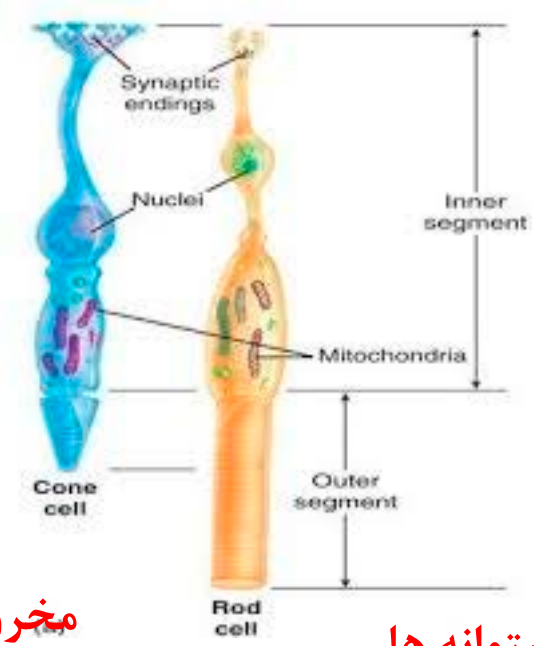
نور فرو سرخ: انرژی کافی ندارد.
نور فرابنفش: قبل از شبکیه جذب می شود.



گیرنده های نور در شبکیه

عبور نور از چند لایه سلول و بافت عصبی و نهایتا رسیدن به سلولهای گیرنده مخروطی و استوانه ای





مخروطها

۶/۵ میلیون

دید در نور روز

دید جزییات

تشخیص رنگها

استوانه ها

۱۲۰ میلیون

دید در شب

دید محیطی

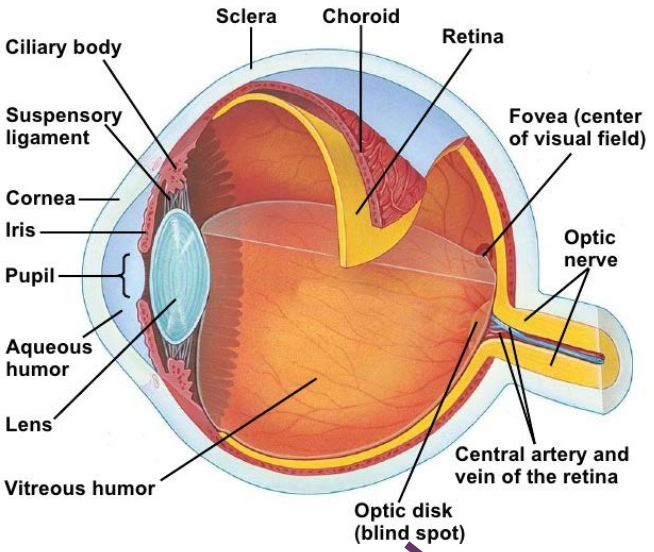
تفکیک کم

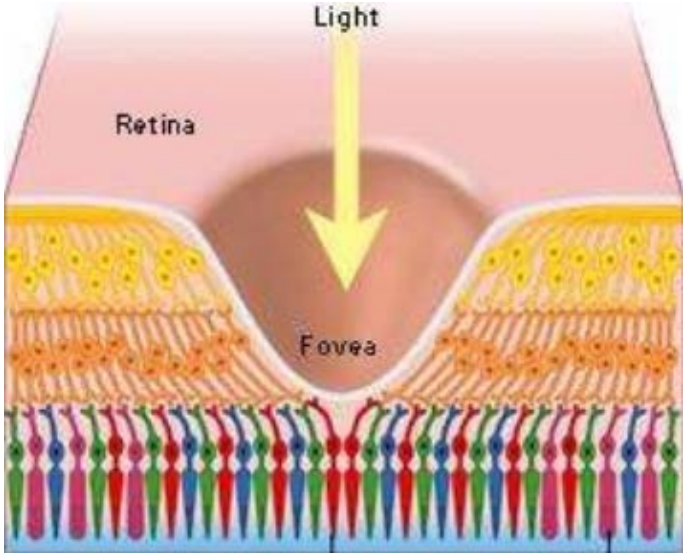
شبکیه
نقاط زرد و کور

Fovea Centralis in Macula

کنار رفتن بافت عصبی در حفره مرکزی لکه زرد

بیشترین حساسیت شبکیه به نور

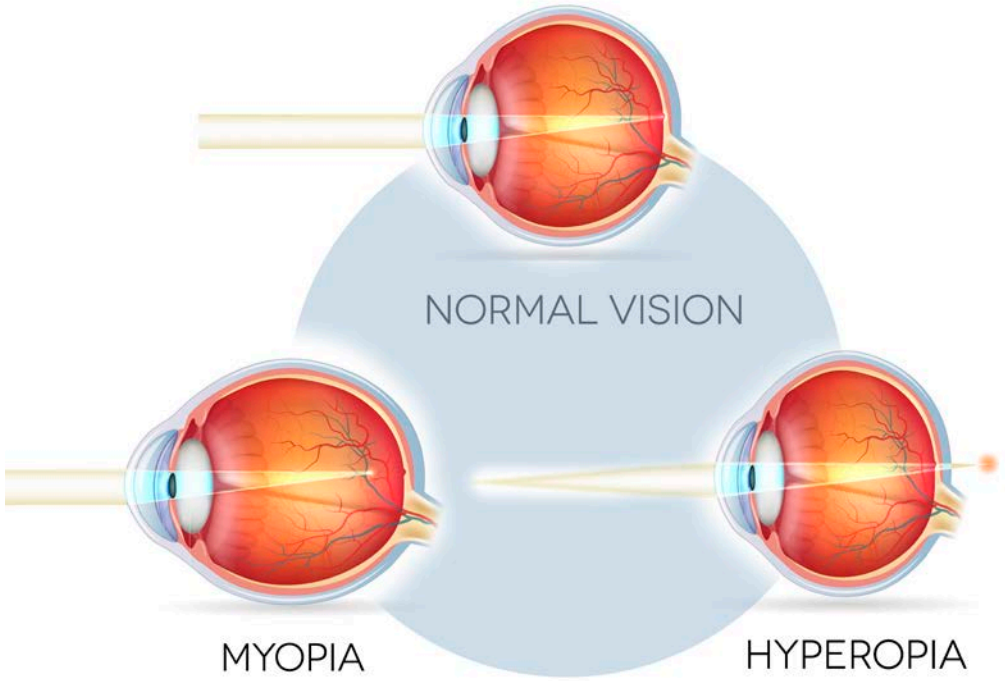




Blind Spot

نبود سلولهای حساس به نور در محل انشعاب عصب بینایی

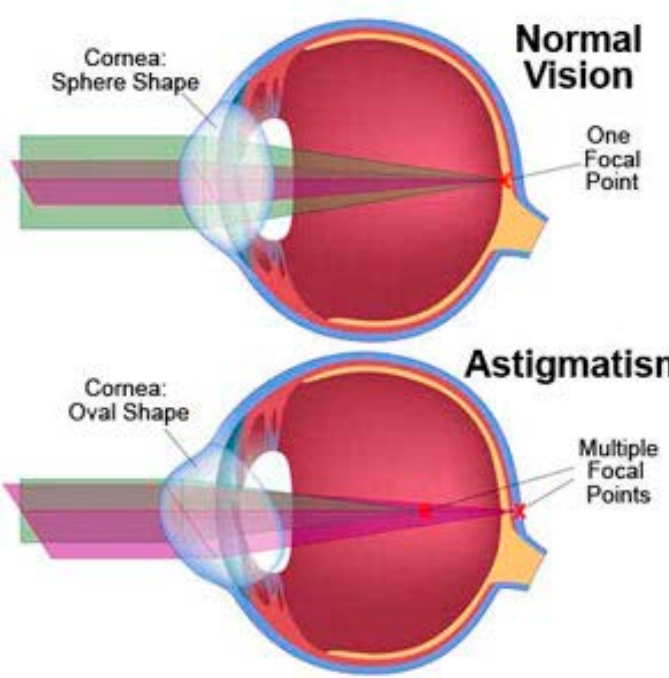
عیوب انکساری چشم
Ametropia



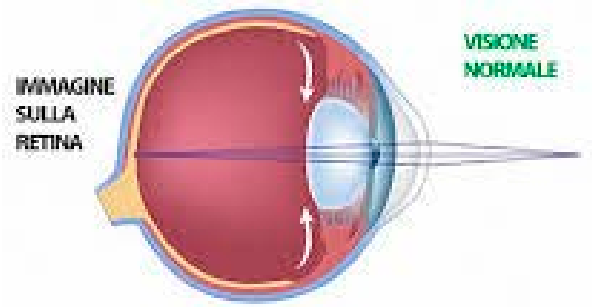
تشکیل تصویر در عقب شبکیه :
دوربینی **Hyperopia**

تشکیل تصویر در جلوی شبکیه :
نزدیک بینی **Myopia**

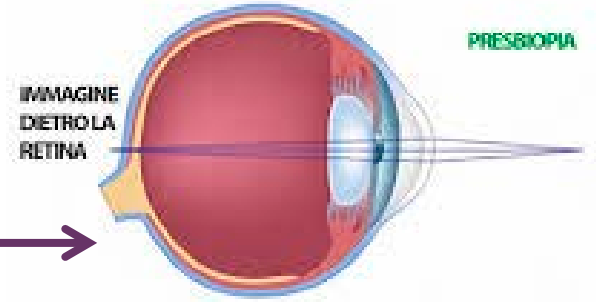
عیوب انکساری چشم
Ametropia



انحنای نابرابر قرنیه و خمش نامنظم نور و اشکال در دید در زوایای خاصی: آستیگماتیسم
Astigmatism



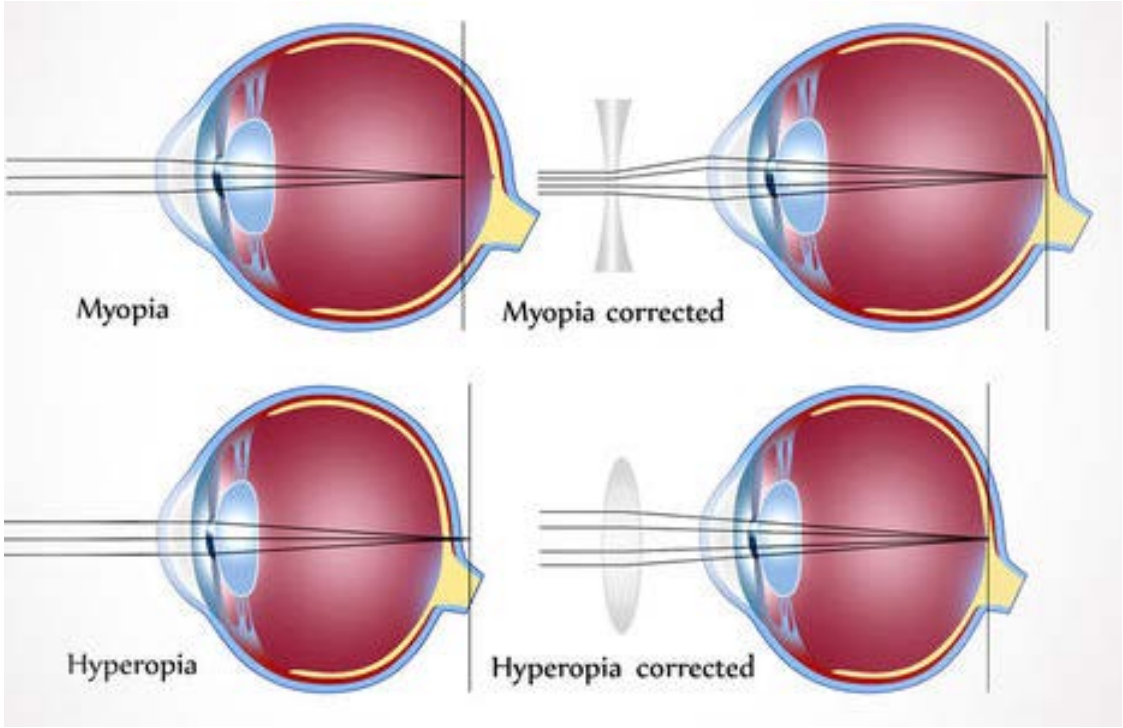
کاهش انعطاف پذیری عدسی و عدم تطابق چشم در دیدن اجسام نزدیک با بالا رفتن سن:
پیرچشمی Presbyopia



تصحیح عیوب انکساری چشم

نزدیک بینی و دوربینی

تصحیح نزدیک بینی با عدسی مقعر و کاهش شکست



تصحیح دور بینی با عدسی محدب و افزایش شکست

تصحیح عیوب انکساری چشم

مثالی از نزدیک بینی و دوربینی

فاصله تصویر روی شبکیه تا عدسی یا قرنیه: ۲ سانتیمتر

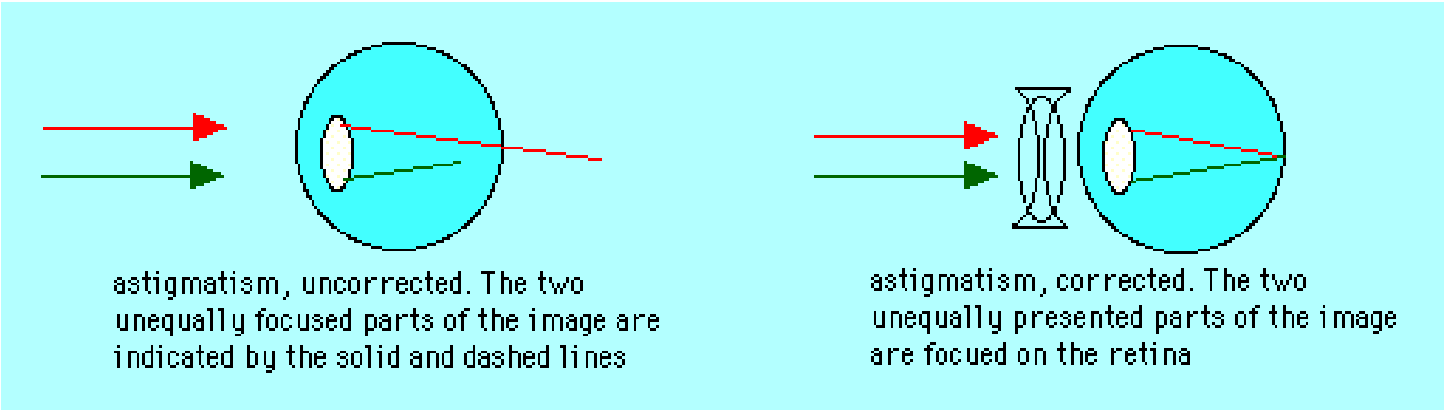
تعیین توان عدسی برای تصحیح چشمی نزدیک بین با فاصله دور ۱ متر

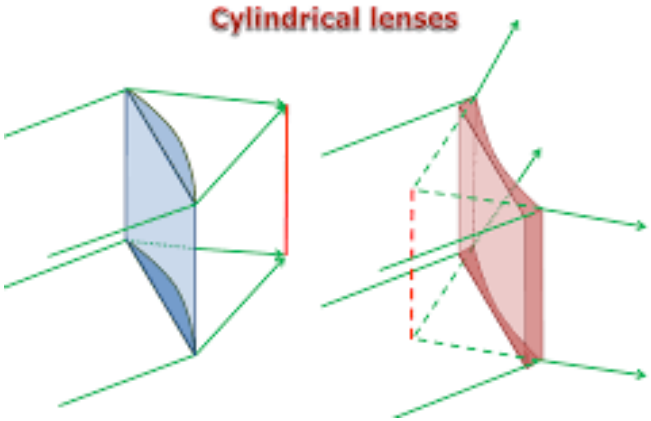
تعیین توان عدسی برای تصحیح چشمی دوربین با نقطه نزدیک ۲ متر

تصحیح عیوب انکساری چشم

آستیگماتیسم

تصحیح آستیگماتیسم با یک عدسی نامتقارن با توان اضافی در یک راستا نسبت به راستای عمود بر آن و یکی کردن میزان شکست پرتوها در تمام زوایا





یکی از عدسیهای مقعر یا محدب برای تصحیح نزدیک بینی یا دوربینی + یک عدسی استوانه ای

تصحیح عیوب انکساری چشم
لنزهای تماسی

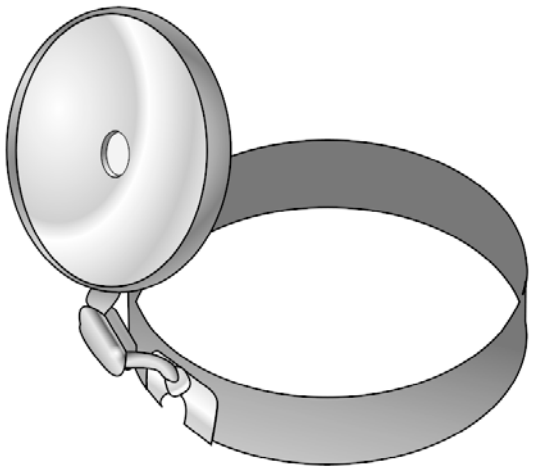
- ✓ کار لنز تماسی مشابه کار یک عدسی تصحیح کننده
- ✓ لنزهای تماسی نرم و سخت
- ✓ عدسی نرم: قرار گرفتن روی لایه ای از اشک در قسمت جلوی قرنیه و گرفتن شکل قرنیه
- ✓ عدسی نرم : نامناسب برای اصلاح آستیگماتیسم
- ✓ عدسی سخت: مناسب برای اصلاح آستیگماتیسم
- ✓ استفاده بازیکنان از عدسهای تماسی به علت ایمنی
- ✓ رساندن دارو به قرنیه با استفاده از عدسیهای پلاستیکی نرم

استفاده از نور در پزشکی

کاربردهای نور مرئی

آینه کاو Head Mirror

تمرکز نور و کمک به دید پزشک



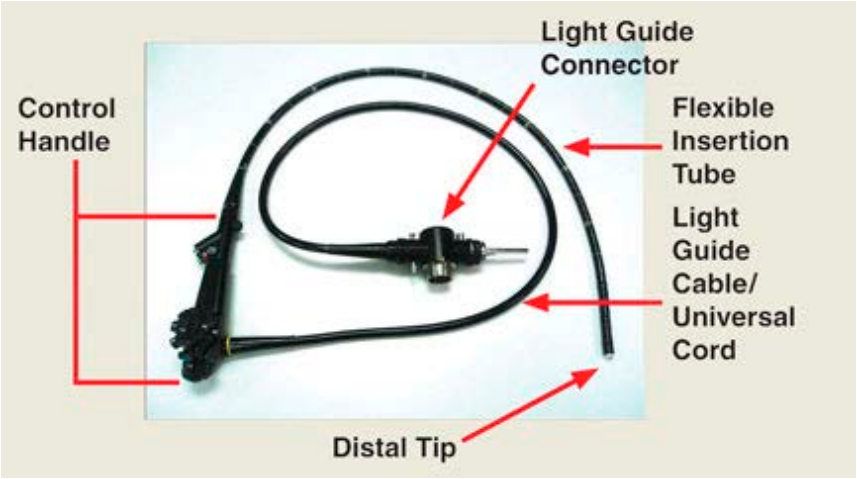
کاربردهای نور مرئی
آفتالموسکوپ Ophtalmoscope

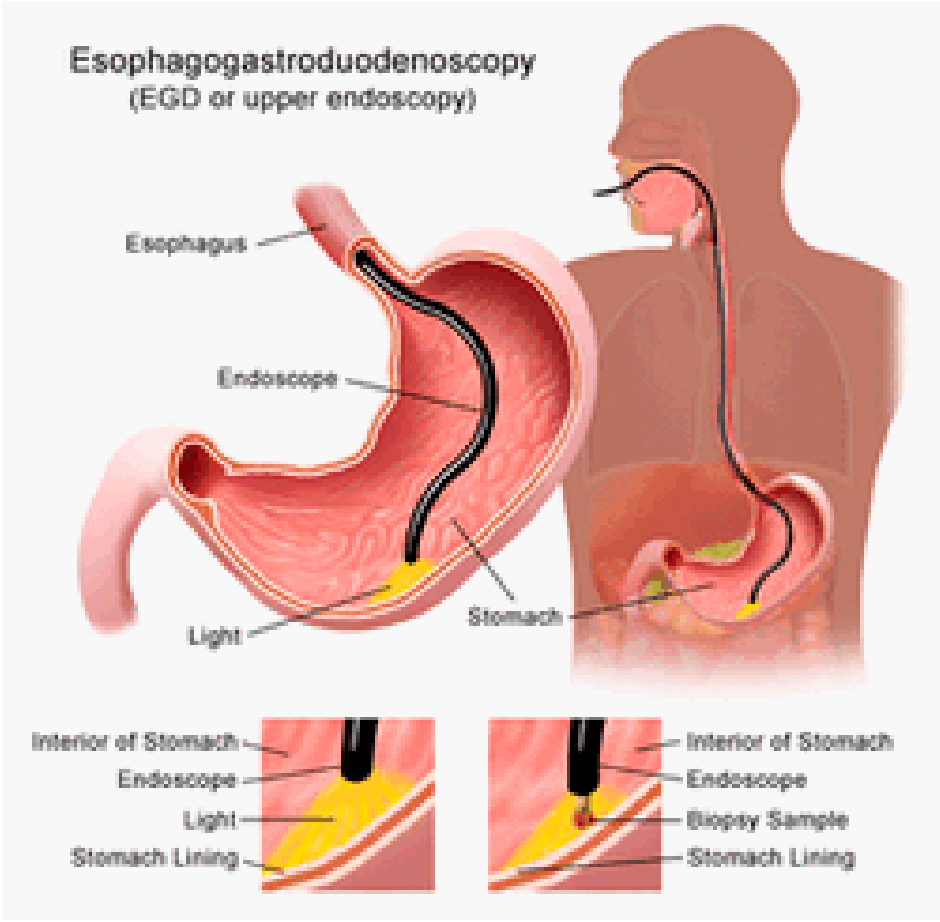
استفاده برای معاینه چشم

کاربردهای نور مرئی
اوتوسکوپ Otoscope

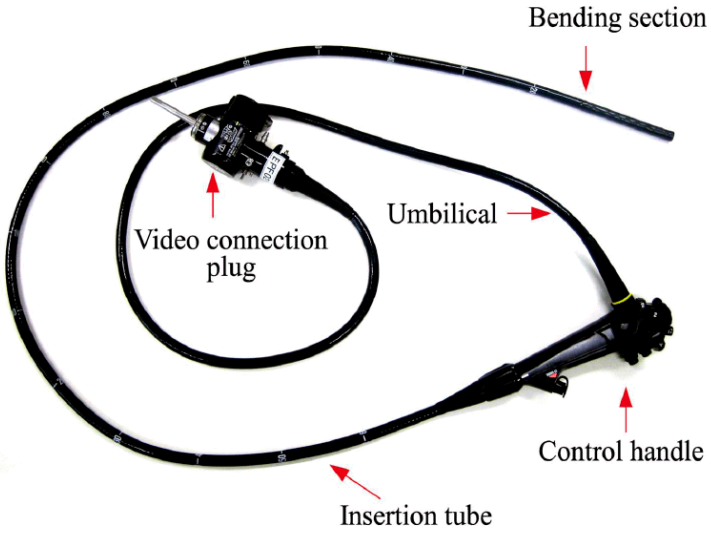
استفاده برای معاینه گوش

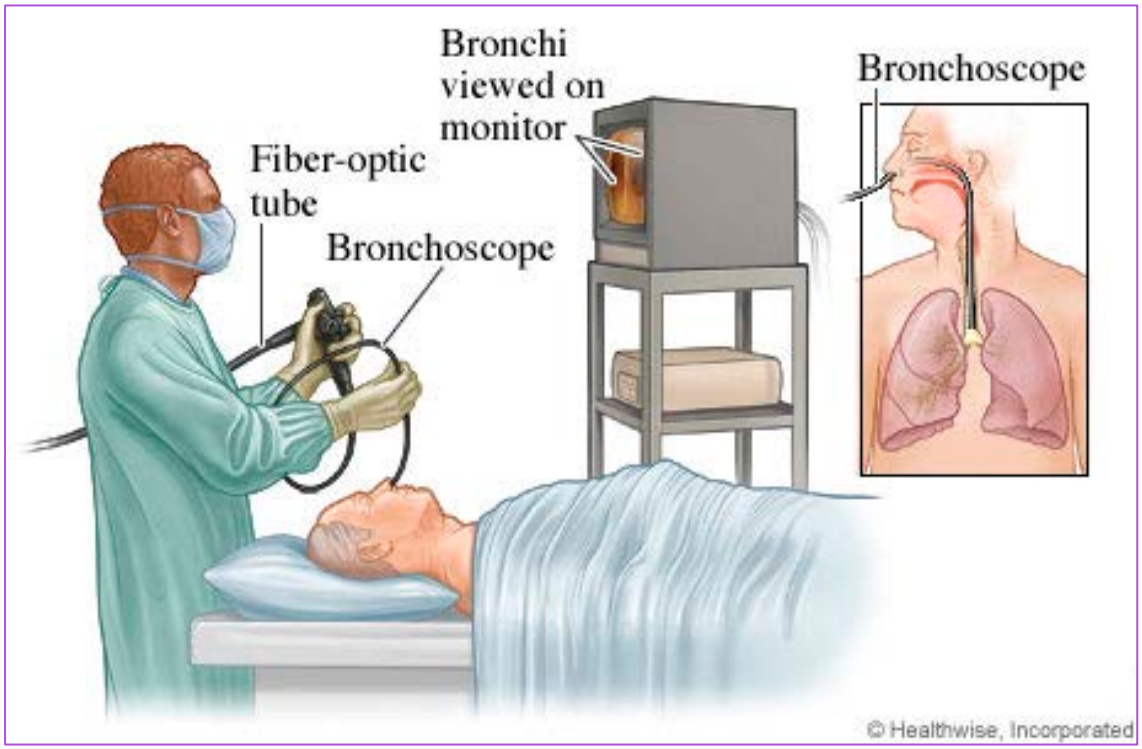
کاربردهای نور مرئی
آندوسکوپ Endoscope





کاربردهای نور مرئی
برونوسکوپ Bronchoscope





کاربردهای نور مرئی
نور گذرانی و نوزادان

زردی نوزادان به دلیل دفع بیلیروبین اضافی از کبد به داخل خون
قراردادن نوزاد در معرض نور مرئی خصوصا طیف آبی برای کاهش زردی

تشخیص هیدروسفالی در کودکان به کمک نور گذرانی
عبور نور از مایع شفاف مغزی نخاعی و پراکندگی نور

تشخیص پنوموتوراکس در کودکان به کمک نور گذرانی
ورود نور از دیواره نازک جلوی قفسه سینه و بازتاب آن از دیواره پشت قفسه سینه

نور فرابنفش
اثرات نور فرابنفش خورشید

اثر میکروب کشی نور فرابنفش با طول موج کمتر از ۲۹۰ نانومتر
اثر سودبخش نور فرابنفش خورشید: تبدیل فرآورده های مولکولی در پوست به ویتامین D

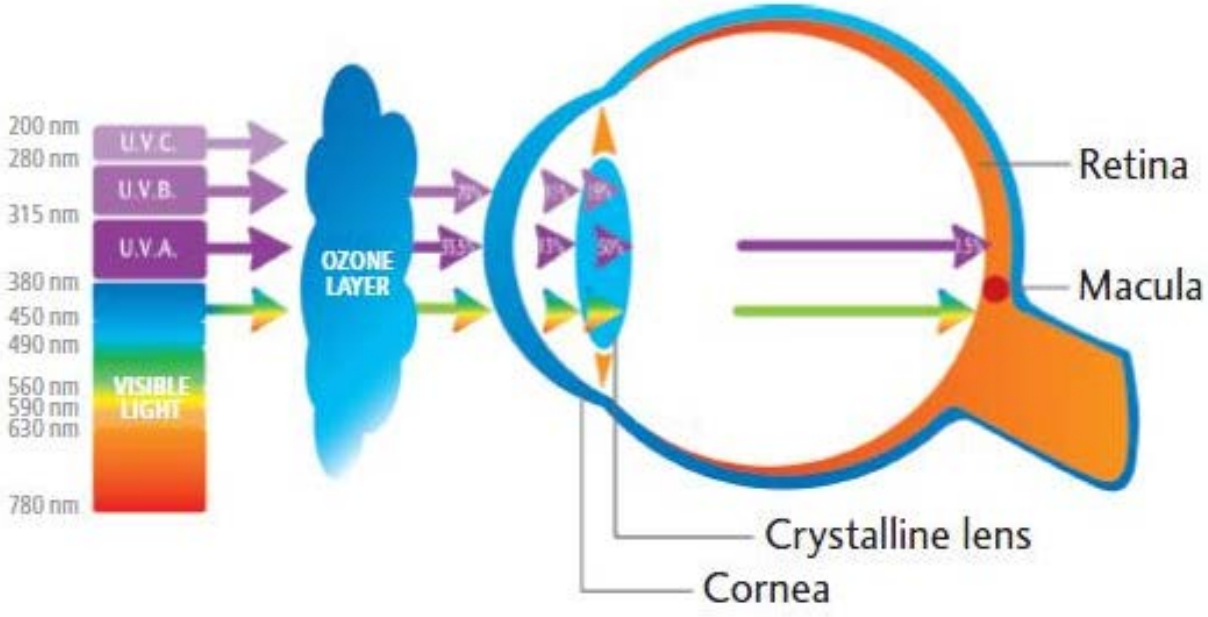
قهوه ای کردن پوست و ایجاد آفتاب سوختگی
با تاثیر نور فرابنفش در ملانین پوست

میزان جذب نور فربنفش خورشید توسط اتمسفر زمین، بستگی به فصل سال و زاویه تابش خورشید دارد
پراکندگی زیاد نور فرابنفش توسط اتسفر: احتمال آفتاب سوختگی در سایه و حتی روز ابری

نور فرابنفش
اثرات نور فرابنفش خورشید

جذب طول موجهای فرابنفش توسط DNAسلولها و سرطانزایی در بخشهایی از بدن که بیشترین نور خورشید را دریافت کرده اند.

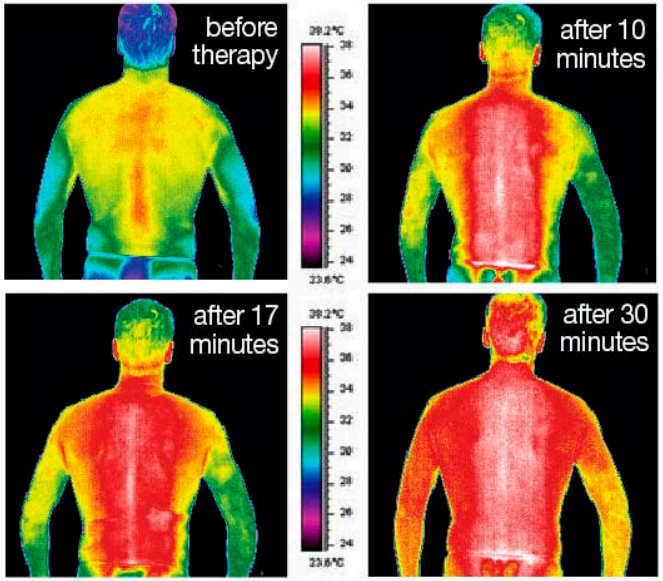
جذب نور فرابنفش از طریق قسمتهای مختلف چشم قبل از رسیدن به شبکیه، خصوصا عدسی چشم و ایجاد کدورت و آب مروارید



نور مادون قرمز در پزشکی
تشخیص و درمان

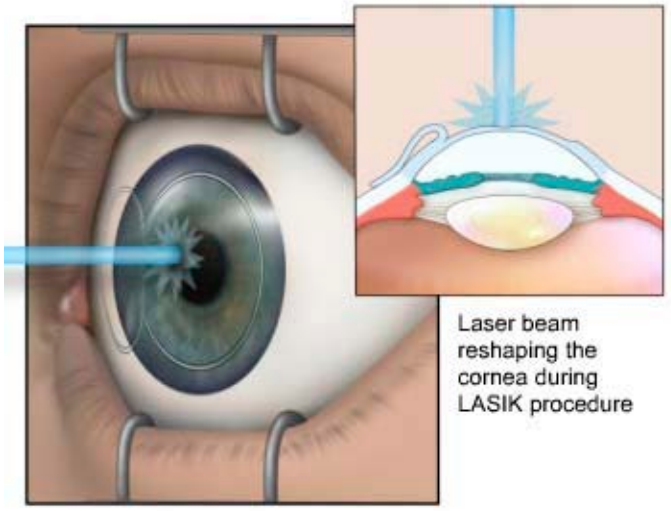
استفاده از نور مادون قرمز در گرمادرمانی
نفوذ در بافت و گرم کردن بافتهای عمقی

دمانگاری سطح بدن
تابش امواج مادون قرمز از سطح بدن متناسب با
توان چهارم دمای مطلق سطح بدن

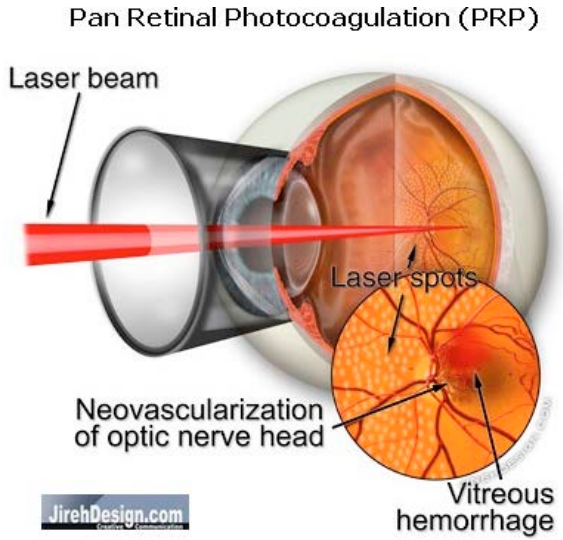


لیزر
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

لیزر: گسیل دسته باریکی از نور با یک طول موج به صورت موج پیوسته یا پالسی
استفاده از انرژی بالای لیزر در افزایش دما و سوزاندن بافتها
استفاده از عینکهای محافظ هنگام کار با لیزر



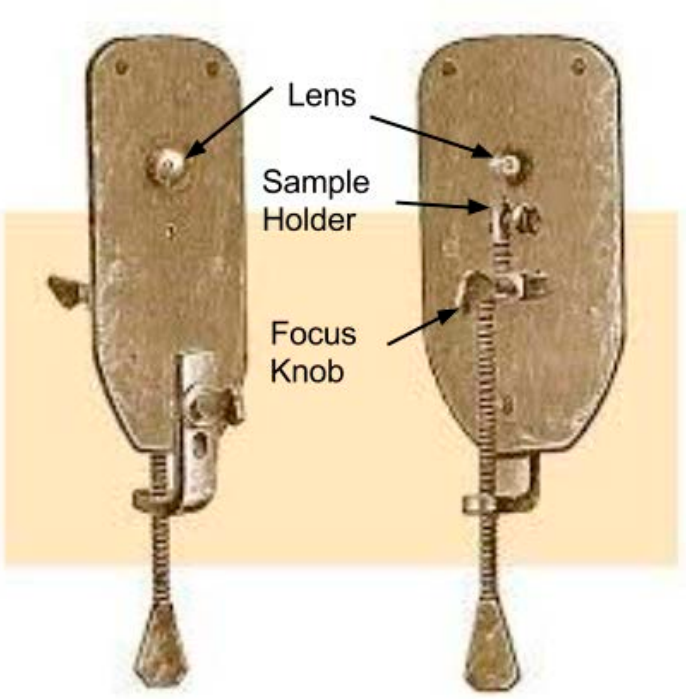
استفاده در عمل لیزیک چشم برای رفع
عیوب نزدیک بینی

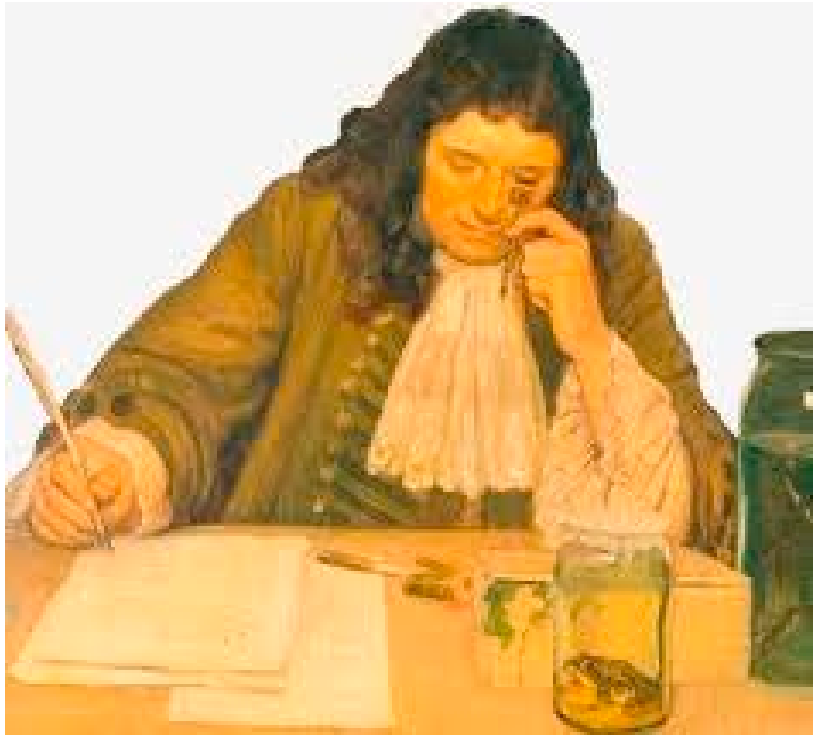


استفاده برای ترمیم پارگیهای
شبکیه و انعقاد نوری

میکروسکوپ
Microscope

Leeuwenhoek , 1670





میکروسکوپ نوری

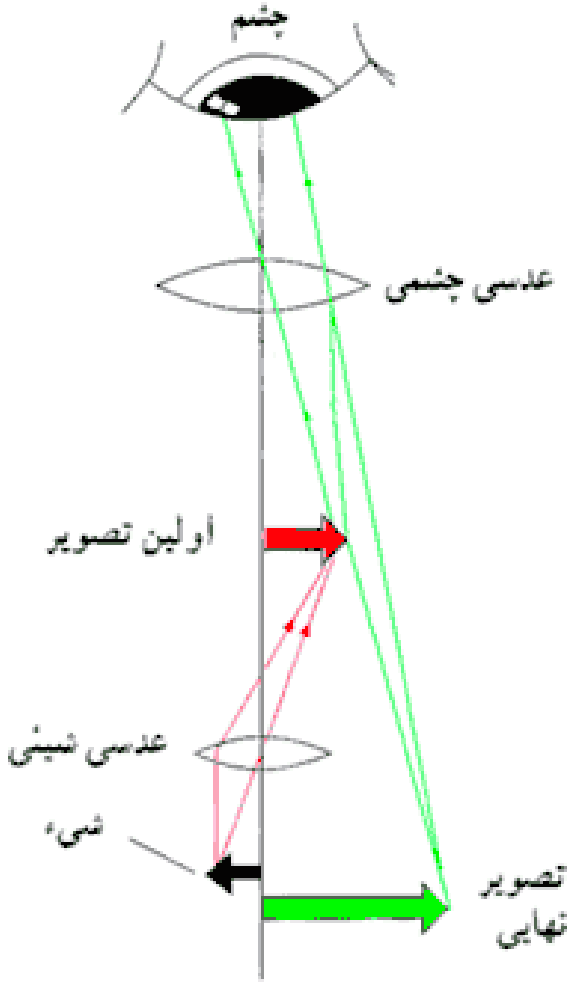
بزرگنمایی تا ۱۰۰۰ برابر

کوچکترین جسم قابل تشخیص تا یک میکرومتر

مناسب برای تشخیص سلول

رنگ کردن نمونه با رنگهای شیمیایی خاص

جذب طول موجهای مشخص توسط سلولهای رنگ شده



میکروسکوپ فلوئورسانت

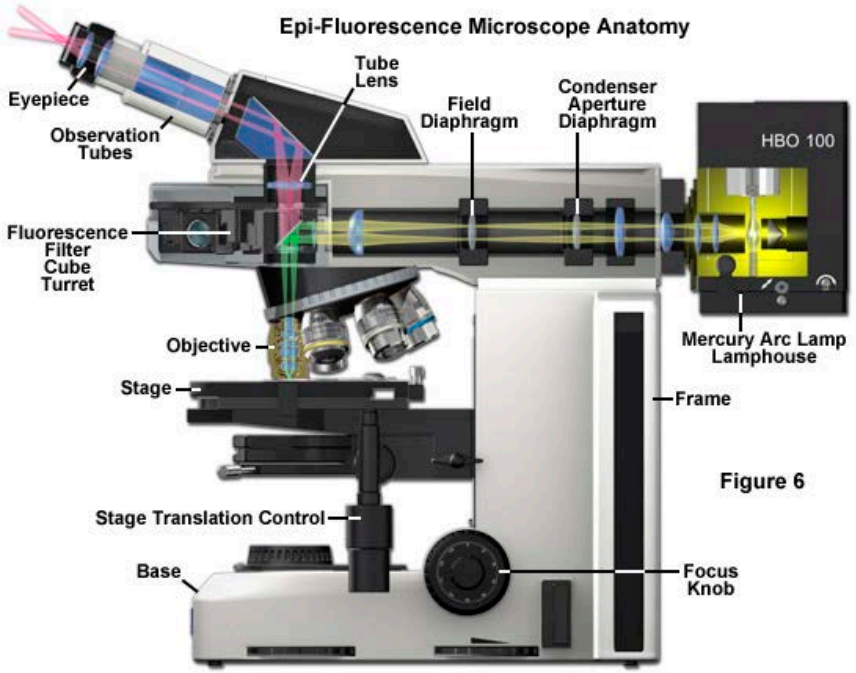


Figure 6

رنگ آمیزی سلول و بافت با رنگی که
پس از قرار گیری در برابر نور فرابنفش،
نور خاصی را باز می تاباند

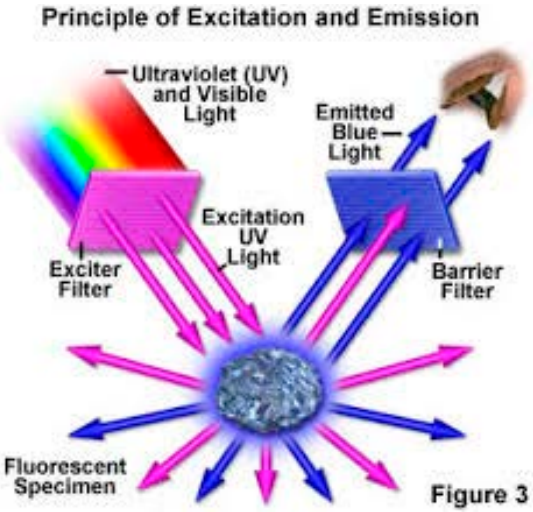
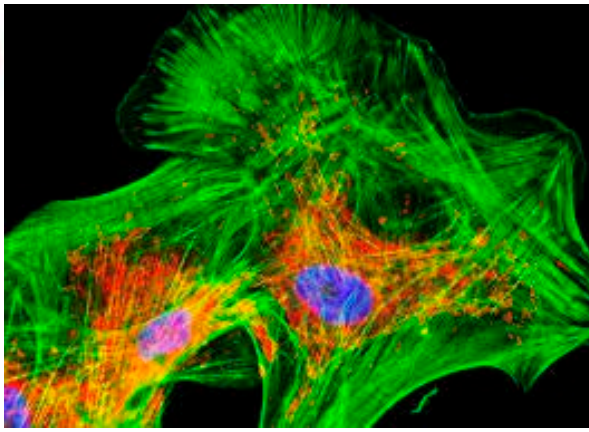
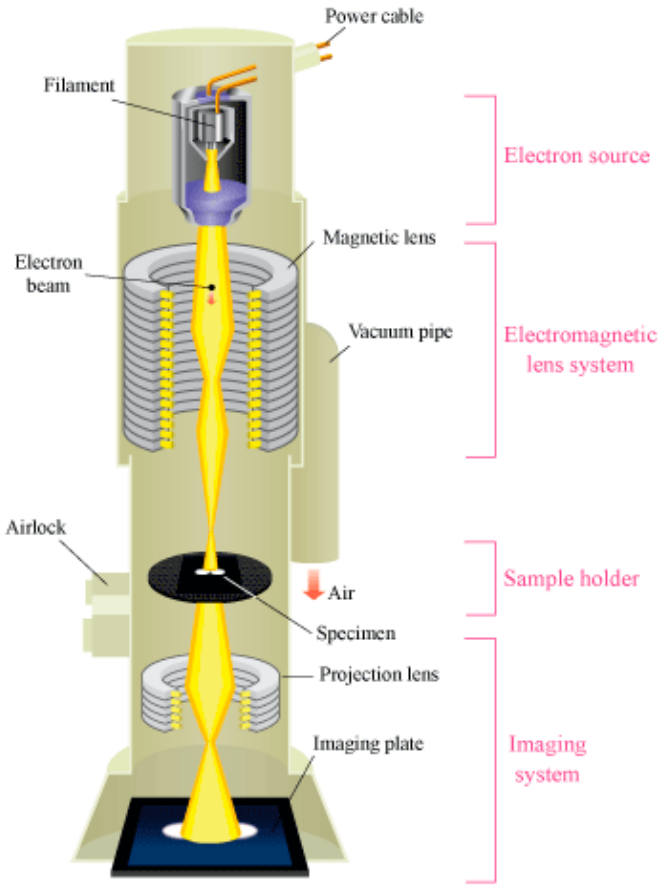


Figure 3

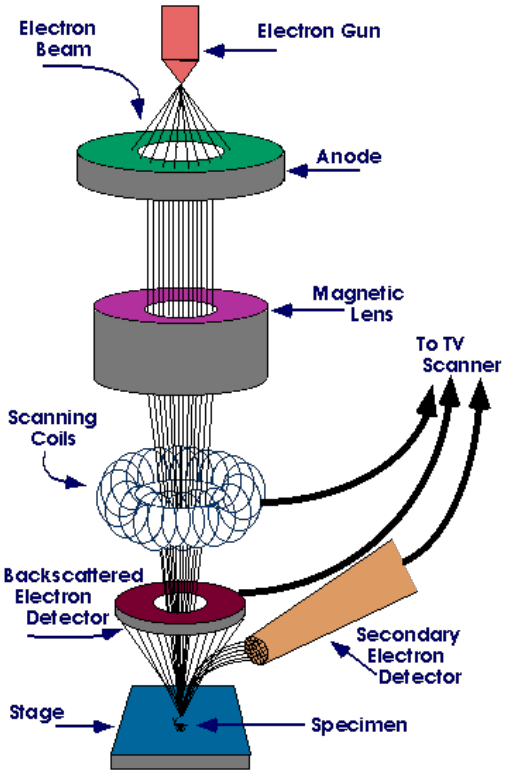


میکروسکوپ الکترونی

بزرگنمایی تا ۲۵۰۰۰۰ برابر
متمرکز کردن الکترونها با استفاده از عدسیهای الکتریکی و مغناطیسی
طول موج کوتاهتر از نور مرئی
مشاهده بهتر جزئیات



میکروسکوپ الکترونی جاروبگر
Scanning electron microscope (SEM)



میکروسکوپ الکترونی گذران
Transmission electron microscope (TEM)