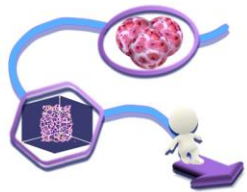


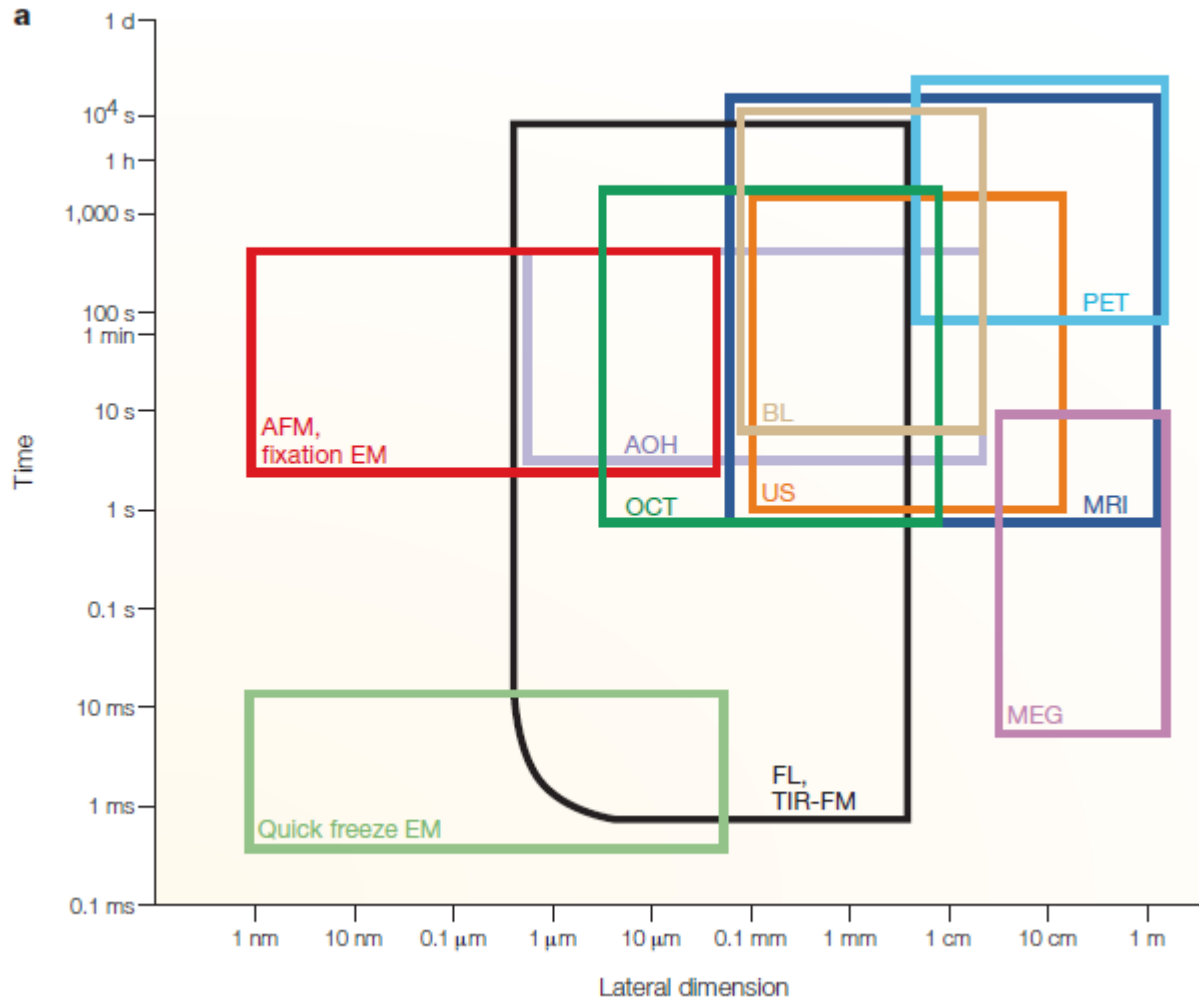


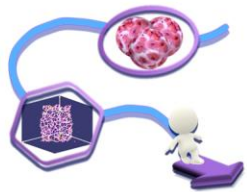
Tecniche ottiche e unità di misura

*Prof. Arti Ahluwalia
Research Center "E. Piaggio"
University of Pisa*

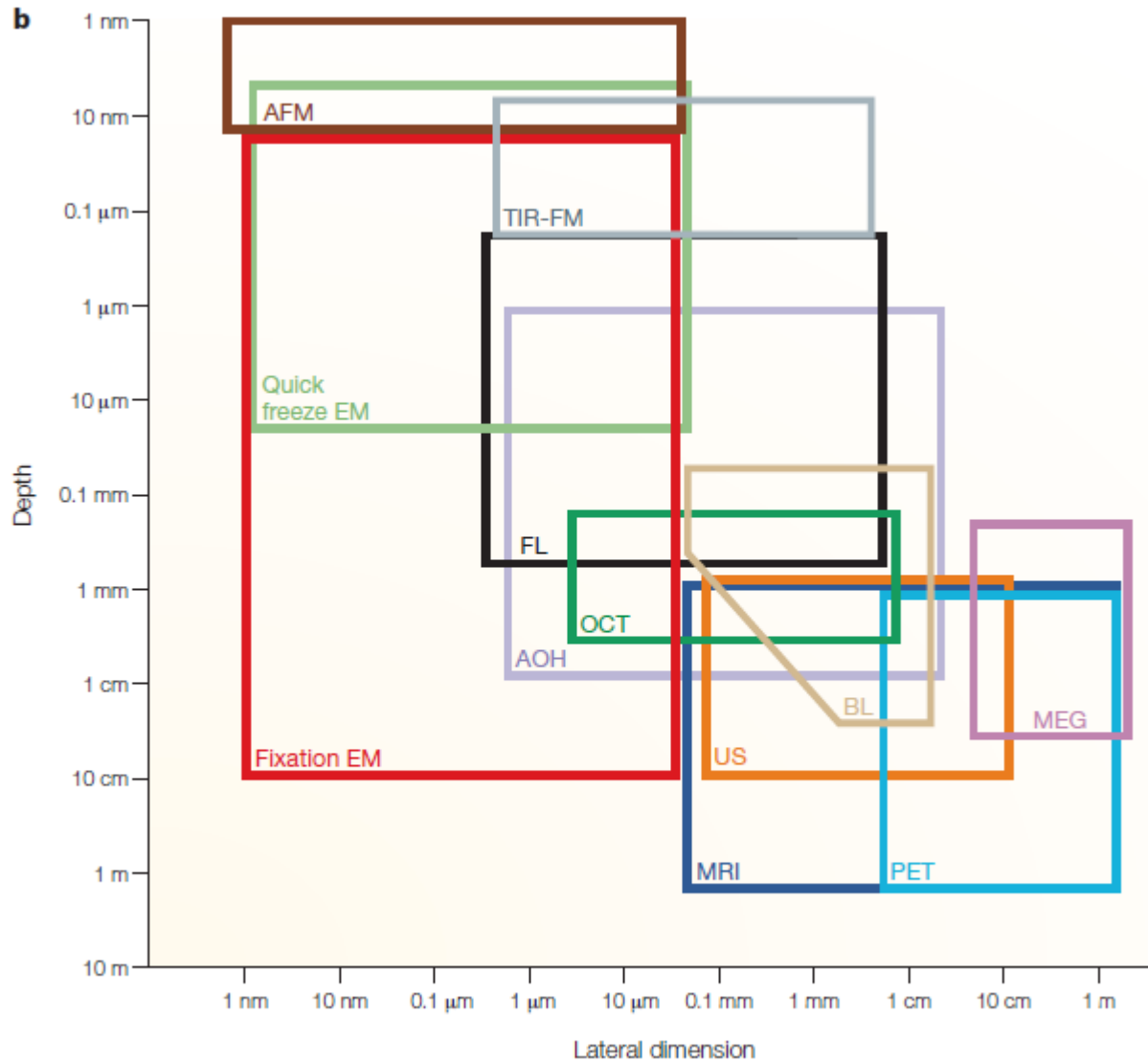


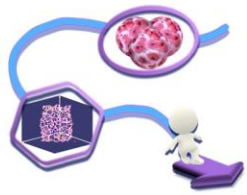
Le sfide di imaging: T, d, xyz, ndt





Da Tsien, 2003 Nature Reviews





Altre tecniche ottiche

STED-stimulated emission depletion

SPR'surface plasmon resonance

Ellisometria

STORM - Stochastic Optical Reconstruction Microscopy

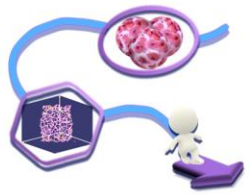
PALM -Photoactivated Localization Microscopy

FRET- fluorescent resonant energy transfer

Deconvolution Microscopy

OCT -optical coherence tomography

TIRF-total internal reflection fluorescence



Occhio Umano

In grado di riconoscere

Luce- anche di intensità bassa
Differenze tra zone chiare e scure
Colore

Spazio

Forme, disegni
Distanze
Movimento (moto relativo)
Visione in 3D

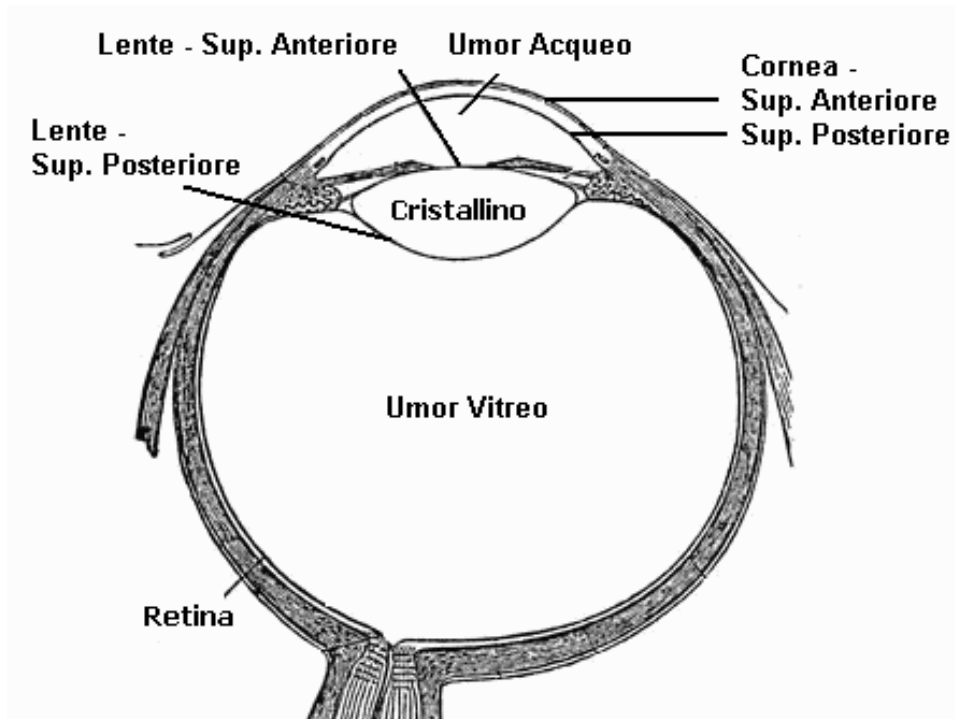
Tempo- discriminare eventi separati in tempo

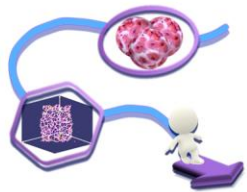


L'OCCHIO

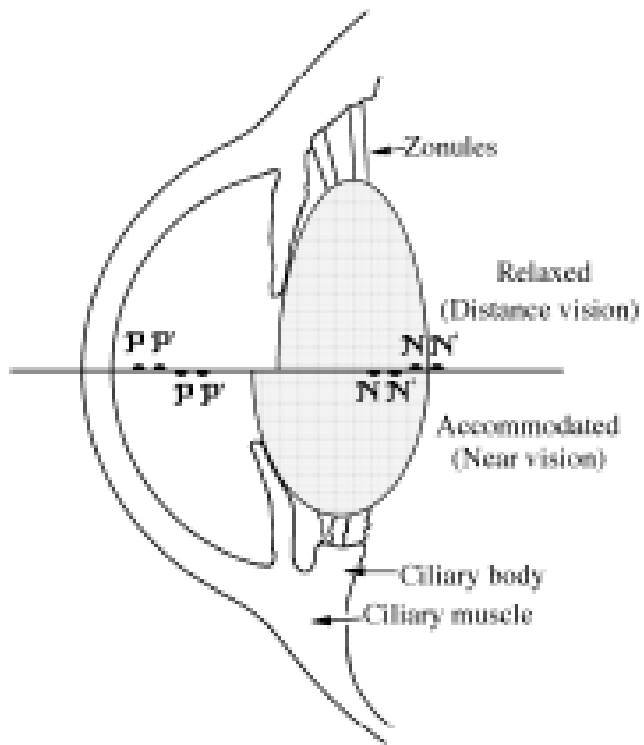
La Struttura dell'occhio può essere trovata in svariati testi, i punti fondamentali per quanto riguarda il nostro interesse:

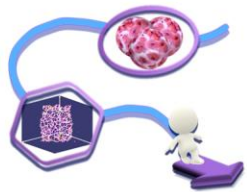
- Ci sono due fotorecettori - coni (per il rosso, il blu ed il verde) - bastoncelli (visione scotopica)
- FOVEA, sito di 200 micrometri di diametro, senza bastoncelli. Ha una conformazione leggermente cava in modo tale da essere incrementata la superficie e quindi la quantità di coni ospitati
- Superfici RIFRATTIVE:
 1. Cornea - superfici anteriore e posteriore,
 2. Umor Acqueo,
 3. Lente - superfici anteriore e posteriore,
 4. Umor Vitreo.



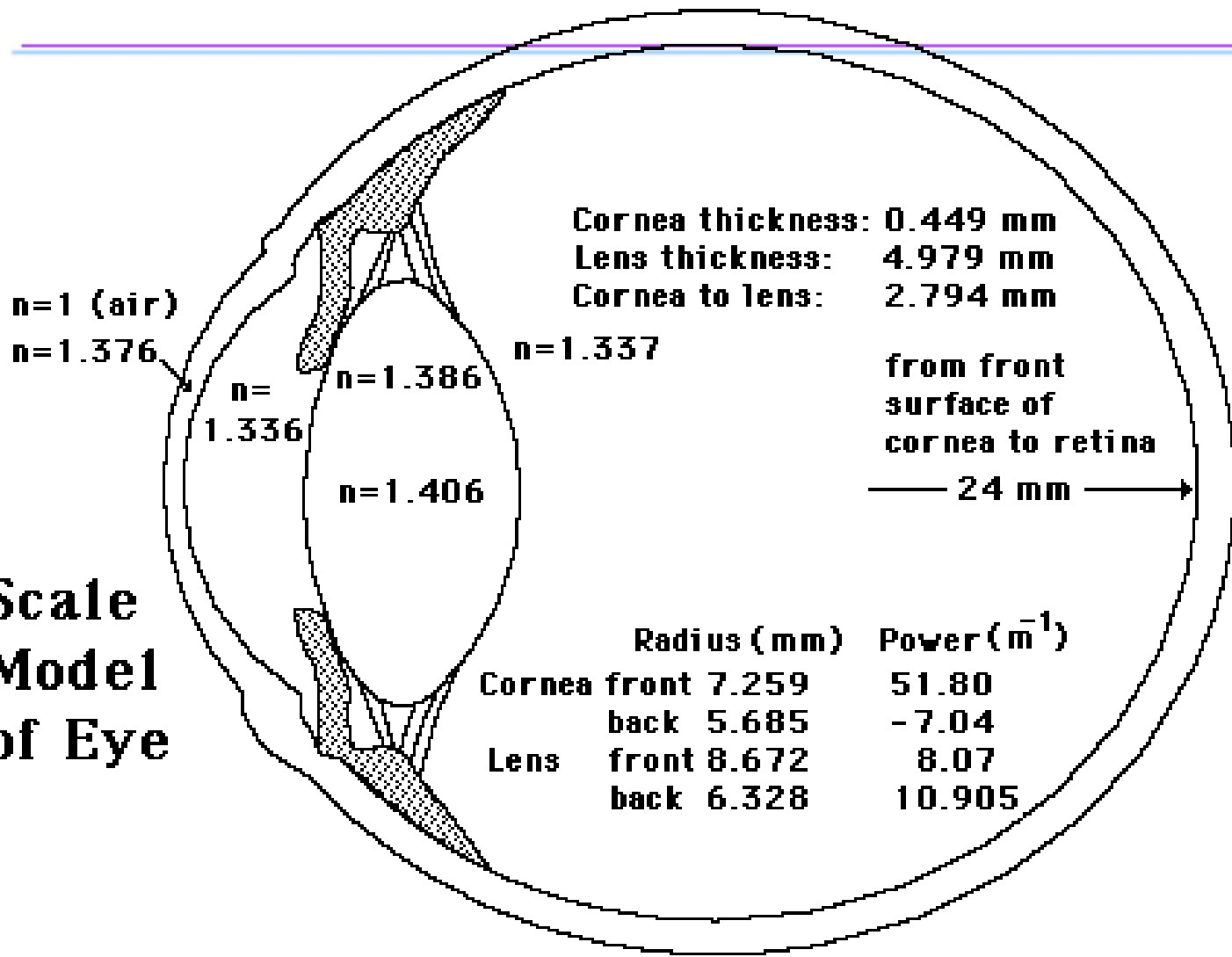


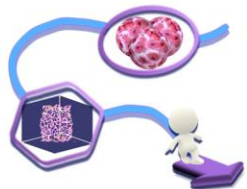
Le 4 superfici refrattivi





Scale Model of Eye





L'OCCHIO: Proprietà Ottiche

	Indice di Rifrazione (n)	Raggio di Curvatura [mm]	Distanza dalla Sup. Ant. della Cornea [mm]
Cornea	1,376	/	/
U. Acqueo	1,336	/	/
Lente	1,41	/	/
U. Vitreo	1,336	/	/
Cornea – Sup. Ant.	/	7,8	0
Cornea – Sup. Post.	/	6,8	0,5
Lente – Sup. Ant.	/	10,0*	3,6*
Lente – Sup. Post.	/	6	7,2
Retina	1,363	/	24

* Valori in condizioni di *RIPOSO*

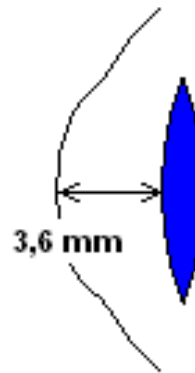


L'OCCHIO: Potere Rifrattivo

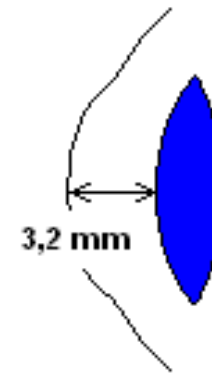
La superficie responsabile della rifrazione è la **CORNEA**: n dell'aria è pari a 1 mentre quello dell'acqua è pari a 1,33, molto più vicino al valore che abbiamo per la cornea. Ecco perché sott'acqua non vediamo bene: **il potere rifrattivo** (direttamente legato alla differenza tra gli indici di rifrazione dei due mezzi) **dell'occhio a contatto con l'acqua è annullato.**

Và notato che il cristallino avrà valori diversi di D a seconda dello stato di **ACCOMODAMENTO**

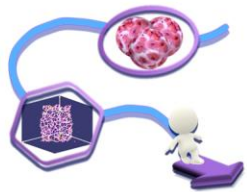
Si noti come varino raggio di curvatura e distanza dalla superficie anteriore della cornea



Riposo



Potenza MAX



L'OCCHIO RIDOTTO

Per facilitare l'analisi ottica ci riferiamo all'**OCCHIO RIDOTTO** con i seguenti parametri:

$$P = 60D$$

$$r = \frac{1,33-1}{60} = 5,5 \text{ mm}$$

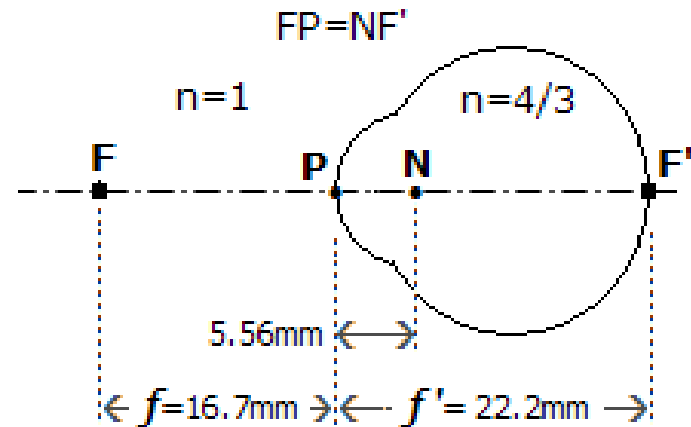
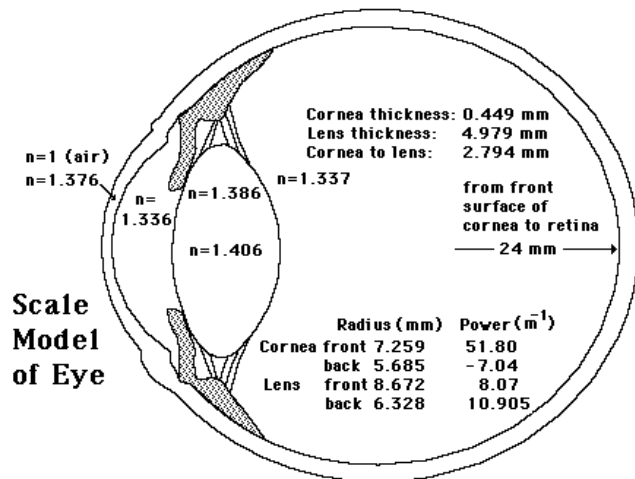
$$n_1 = 1$$

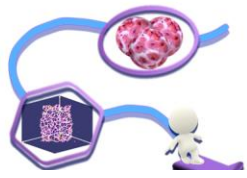
$$n_2 = 1,333$$

$$f_o = \frac{n_2}{P} = 22,2 \text{ mm}$$

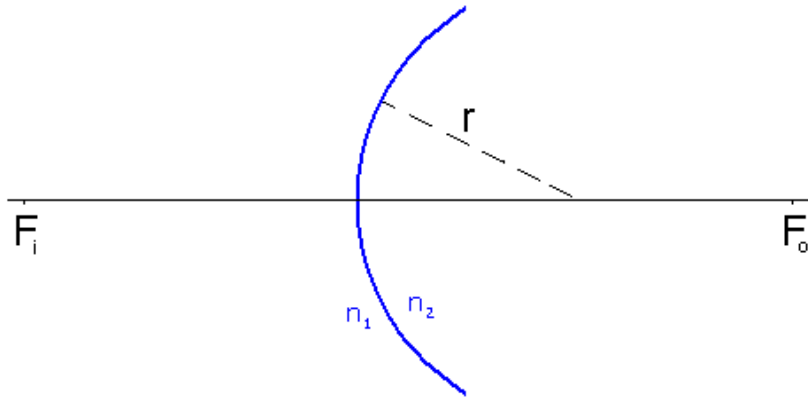
$$f_i = \frac{n_1}{P} = 16,7 \text{ mm}$$

REDUCED EYE





L'OCCHIO RIDOTTO (II)



Il modello (con i parametri sopra riportati) si riferisce *all'occhio a RIPOSO*

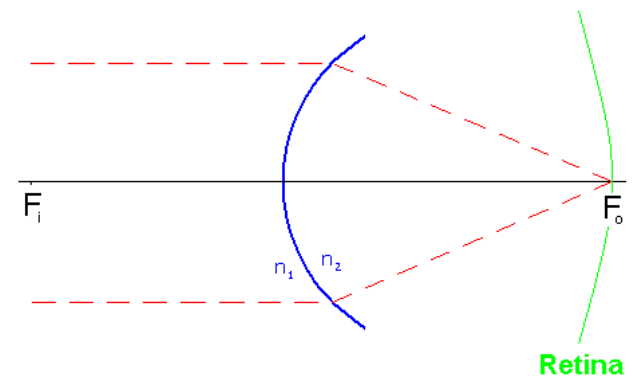
Dove si trova la retina nel modello di occhio ridotto?

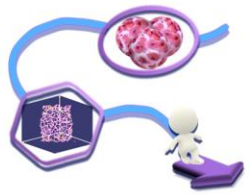
Laddove vengono focalizzati i raggi provenienti da un oggetto posto a infinito.

La *RISOLUZIONE* dell'occhio è data dalla distanza tra due fotorecettori nella fovea – 3 micron

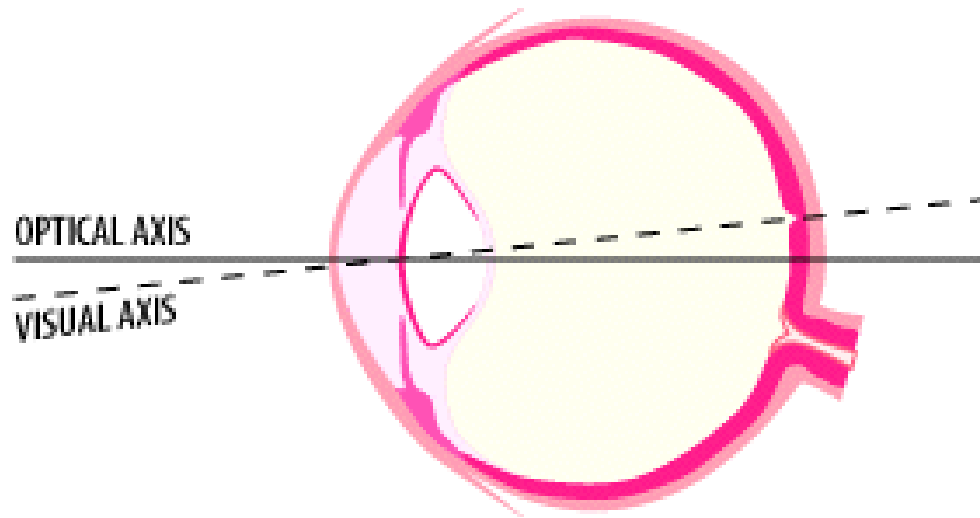
La potenza è posta pari a **60 D** poiché si va a compensare il decremento di profondità tra occhio reale (24 mm dalla superficie anteriore della cornea alla retina) e quello del modello di occhio ridotto (22,2 mm pari a f_0).

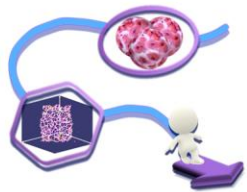
La lente (superficie curva) dell'occhio ridotto coincide quasi con la cornea (è circa 1,8 mm più indietro).



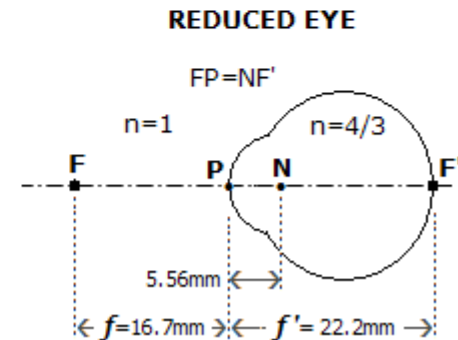
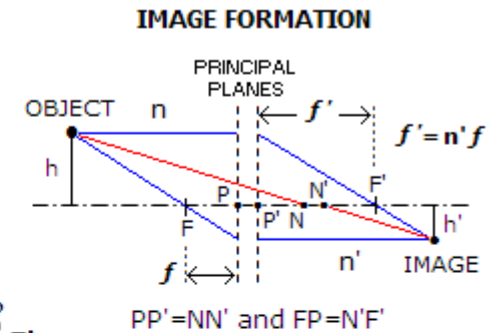
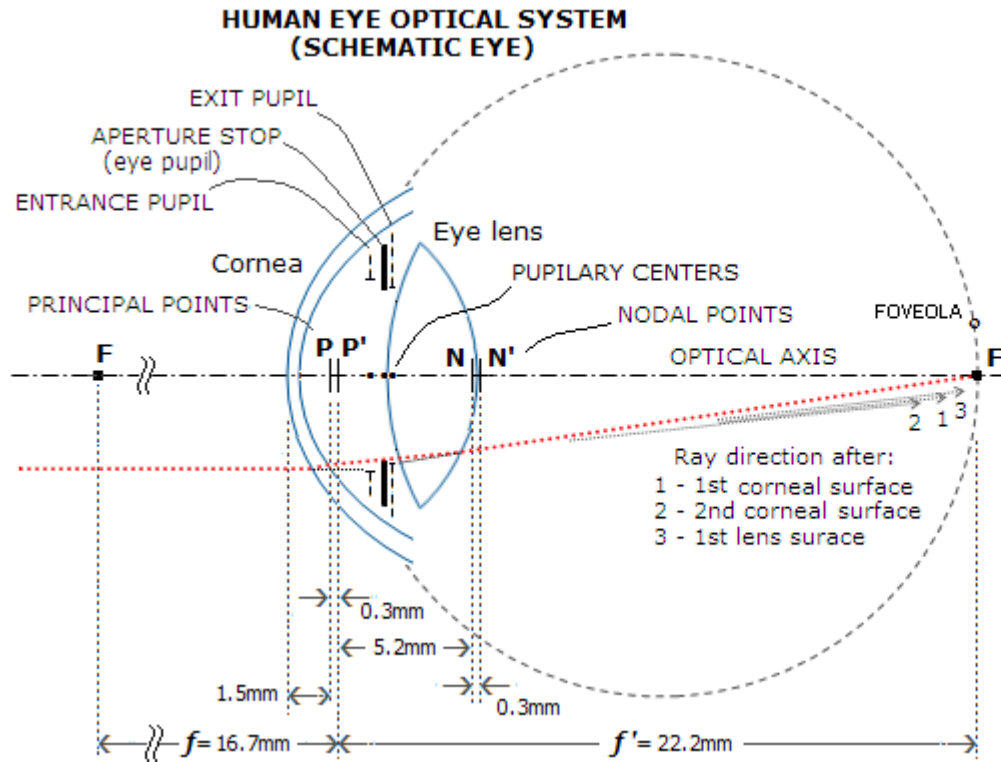


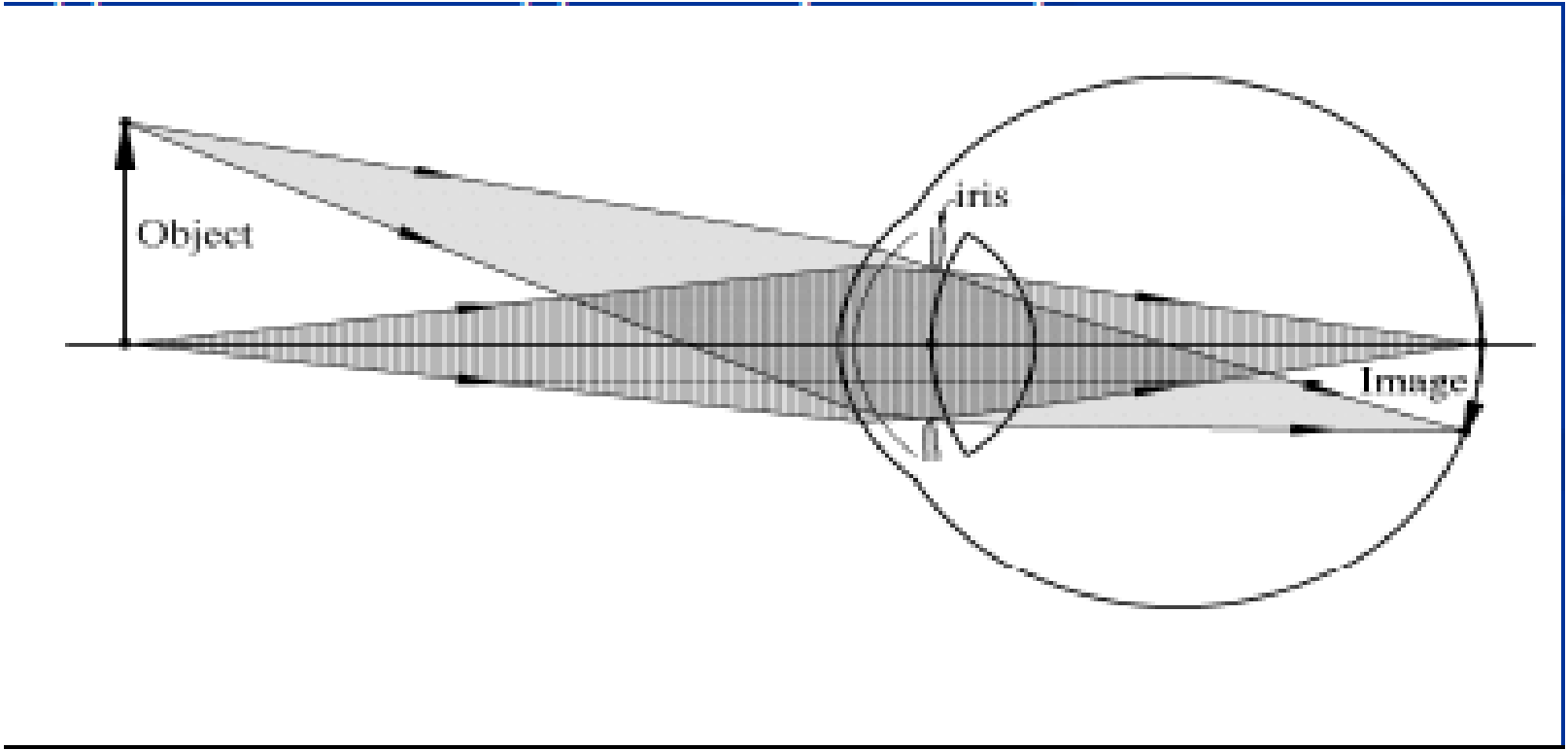
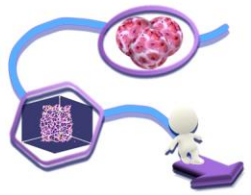
Asse ottico e visivo

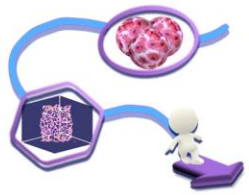




Asse ottico e visivo





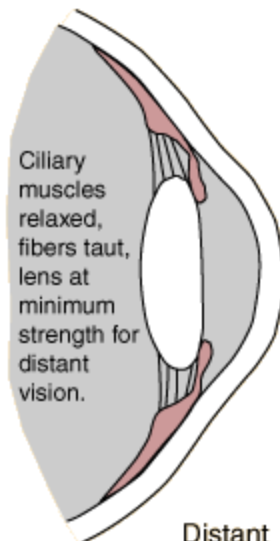
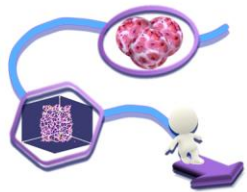


Accomodamento

Regolazione focale dell'occhio, generalmente spontanea, allo scopo di ottenere la massima acuità visiva a distanze diverse.

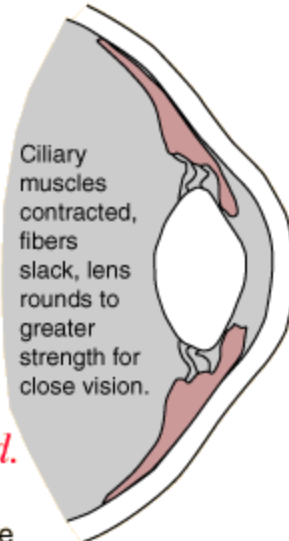
A riposo, l'occhio vede oggetti lontani

E' piu veloce cambiare visione da lontano a vicino e vice versa?

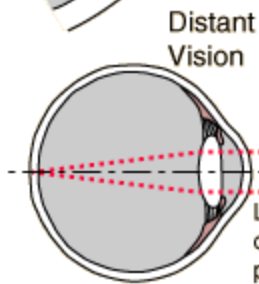


Ciliary muscles relaxed, fibers taut, lens at minimum strength for distant vision.

The eye accommodates for close vision by tightening the ciliary muscles, allowing the pliable crystalline lens to become more rounded.

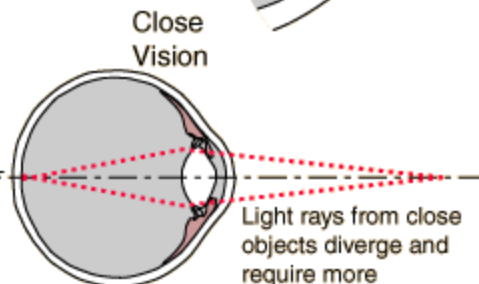


Ciliary muscles contracted, fibers slack, lens rounds to greater strength for close vision.



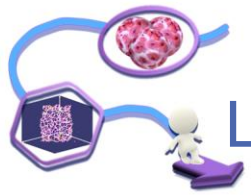
Distant Vision

Light rays from distant objects are nearly parallel and don't need as much refraction to bring them to a focus.

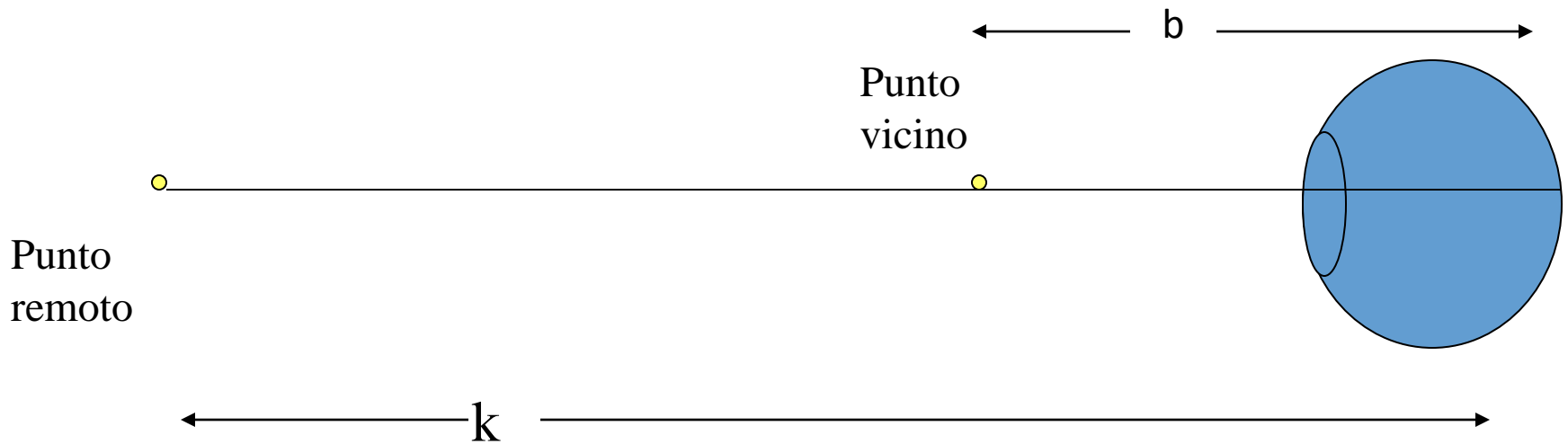


Close Vision

Light rays from close objects diverge and require more refraction for focusing.



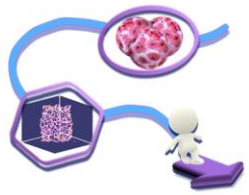
L'accomodamento e' un riflesso.



Range di accomodamento= $k-b$, Ampiezza di accomodamento= $1/b-1/k$ in Diottria

Ametropia: occhio che ha il PR al infinito

Emmetropia: occhio che un PR diverso



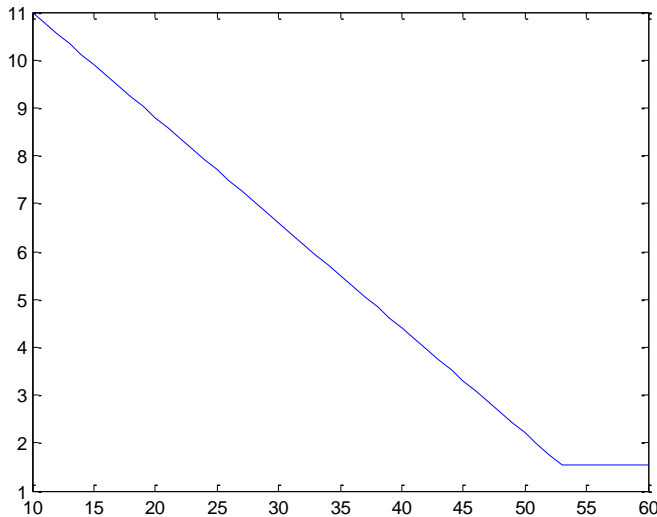
Ampiezza di accomodamento per occhio ametropo =

$A=1/b$, un numero grande.

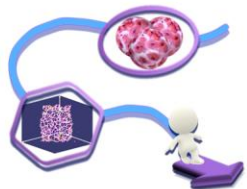
B e' tipicamente 8 cm in un giovane, quindi

$A=1/0.08$

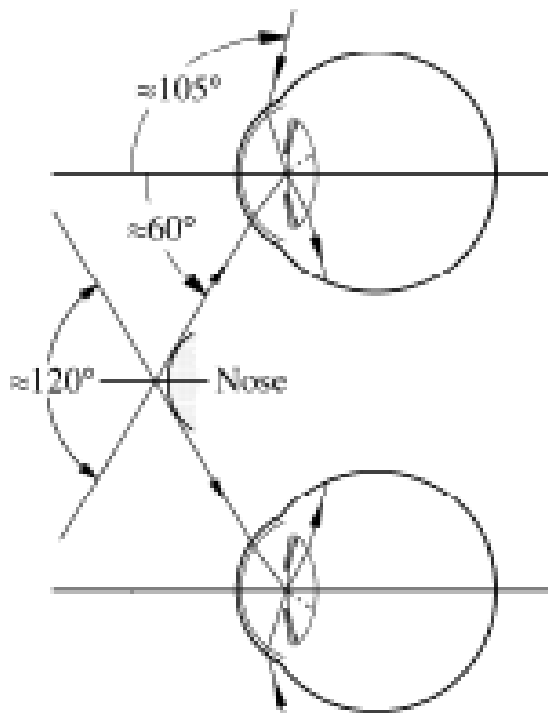
A



età



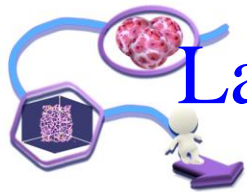
Campo visivo



Avere 2 occhi distanti circa 6 -10 cm permette la percezione di profondita

Sopra e sotto abbiamo circa 90° (pancia permettendo!)





La CORREZIONE – MIOPIA CON LENTE

Data la formula per la potenza $\frac{1}{F} = \frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i}$

vogliamo che la S_i si formi nel PUNTO REMOTO della persona

$$S_o \rightarrow \infty$$

$S_i < 0$ (si trova dalla stessa parte della lente rispetto a S_o)

$$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{|S_i|}$$

se $S_i = -1 \text{ m} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{1} = -1$

dunque $D = -1$

Qui si considera che la distanza lente-cornea sia trascurabile: è il caso della **LENTE a CONTATTO**. Non è difficile dimostrare che la lente a contatto ha una potenza inferiore rispetto all'occhiale equivalente.

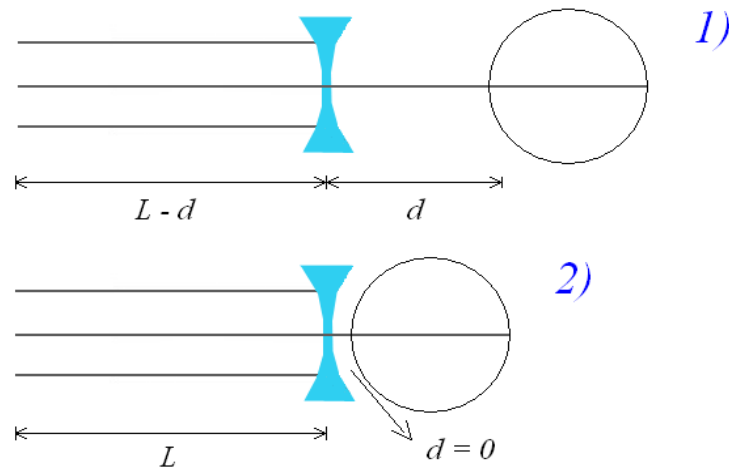
Con $L \gg d$ (caso 2)) d è trascurabile ($d = 0$)

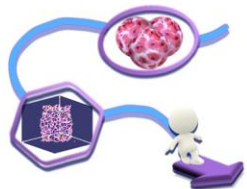
Caso 1) $\frac{1}{F} = \frac{1}{-(L+d)} = P_o$

Caso 2) $\frac{1}{F} = \frac{1}{-L} = P_c$

$$P_c = \frac{P_o}{1 - P_o d}$$

Questo rapporto è valido anche per l'iperopia





La CORREZIONE – IPEROPIA

Nel caso dell'occhio iperopico, l'obiettivo è *portare il punto vicino del paziente a coincidere con il punto vicino normale*.

Si fanno dunque calcoli simili a quelli visti per la miopia, stavolta però considerando a quale distanza portare il **punto vicino soggettivo**.

Ad esempio un paziente ha il punto vicino a 80 cm: è troppo scomodo per leggere!

Quindi si porta l'immagine di un oggetto vicino a 25 cm in modo che lo possa vedere comodamente.

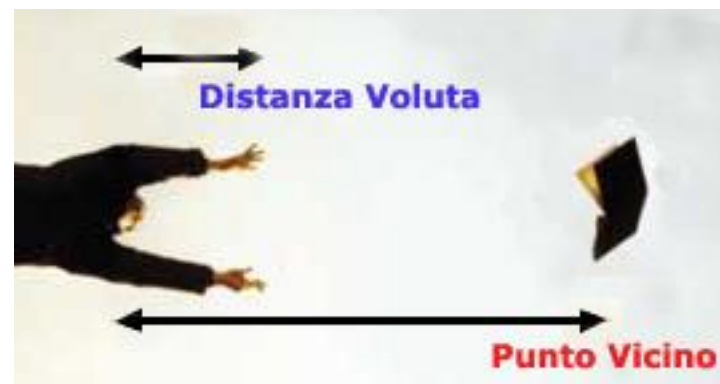
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i}$$

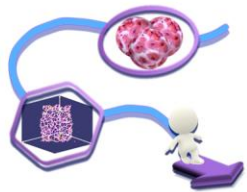
$$S_o = 25 \text{ cm}$$

$$S_i = -80 \text{ cm}$$

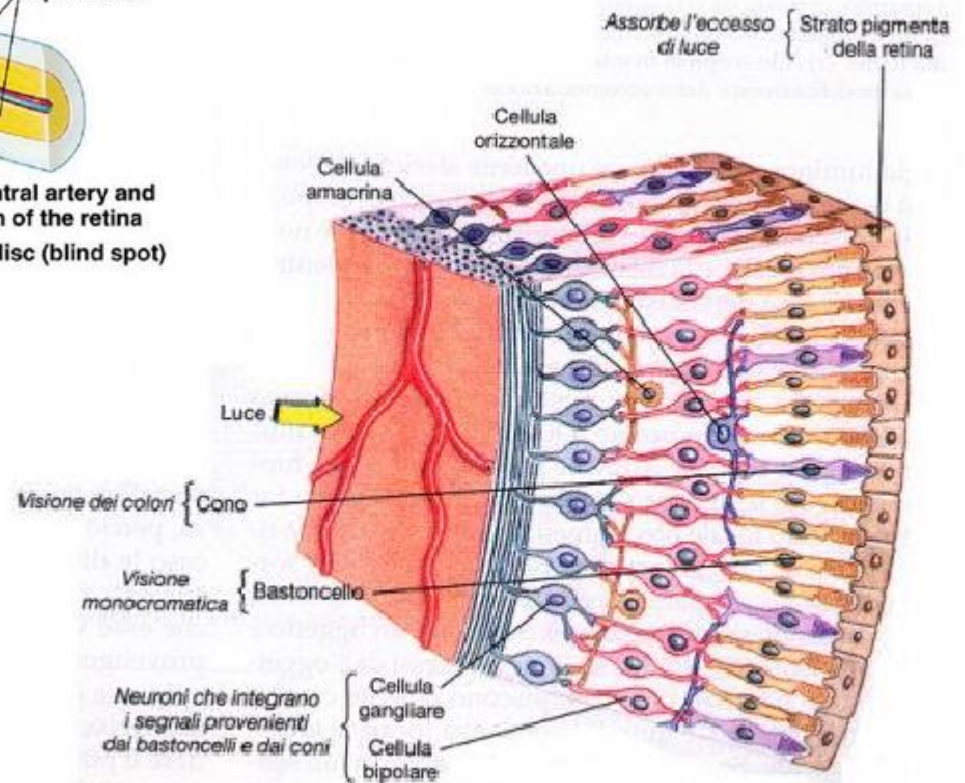
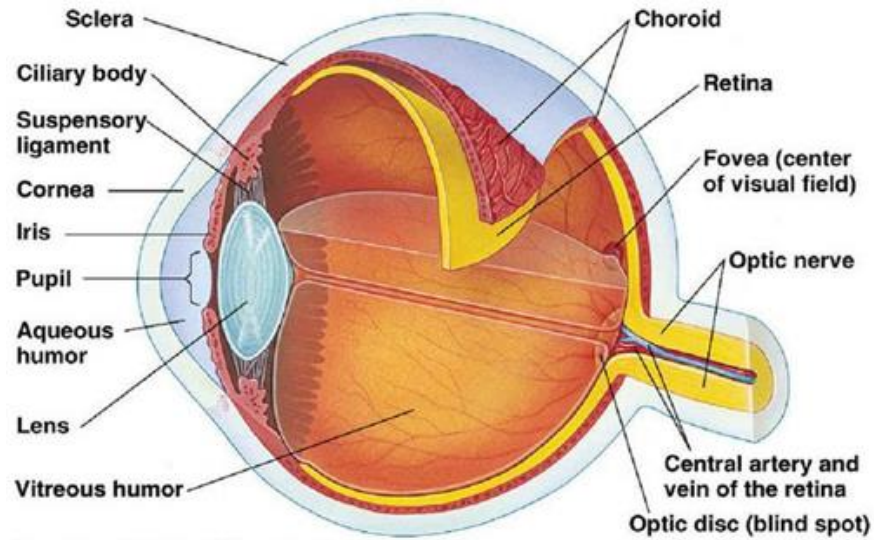
$$\Rightarrow D = +2,75$$

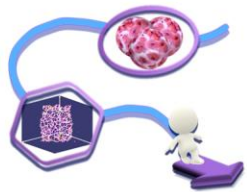
(si trova dalla stessa parte della lente rispetto a S_o)



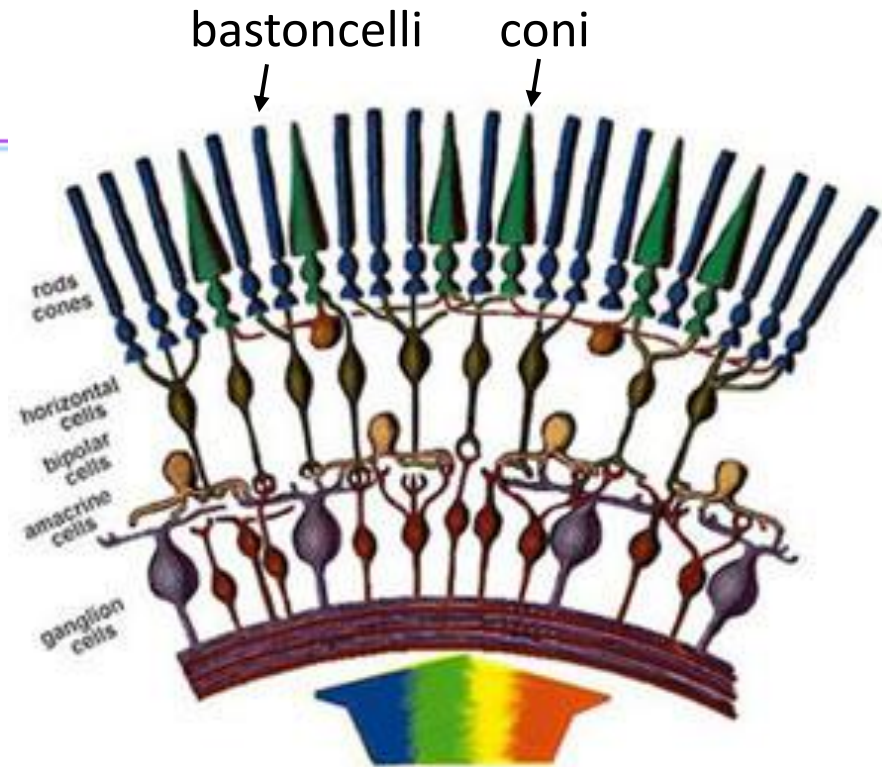
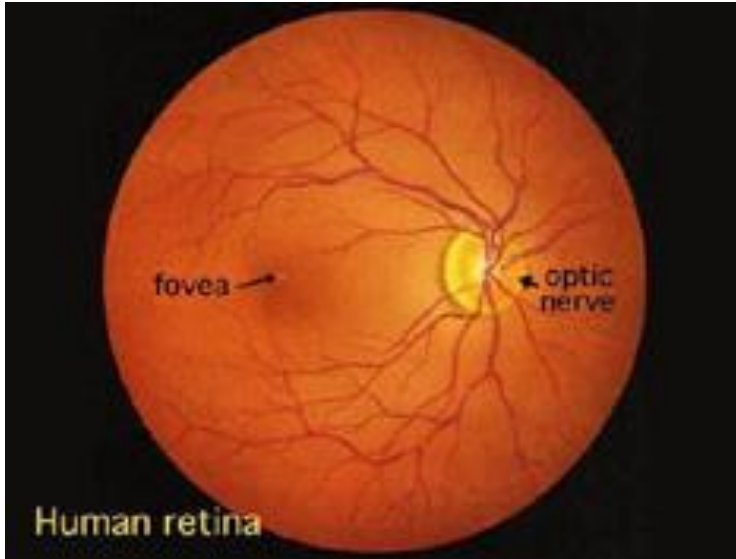


La retina

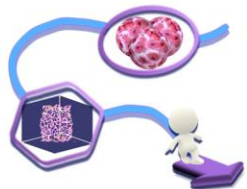




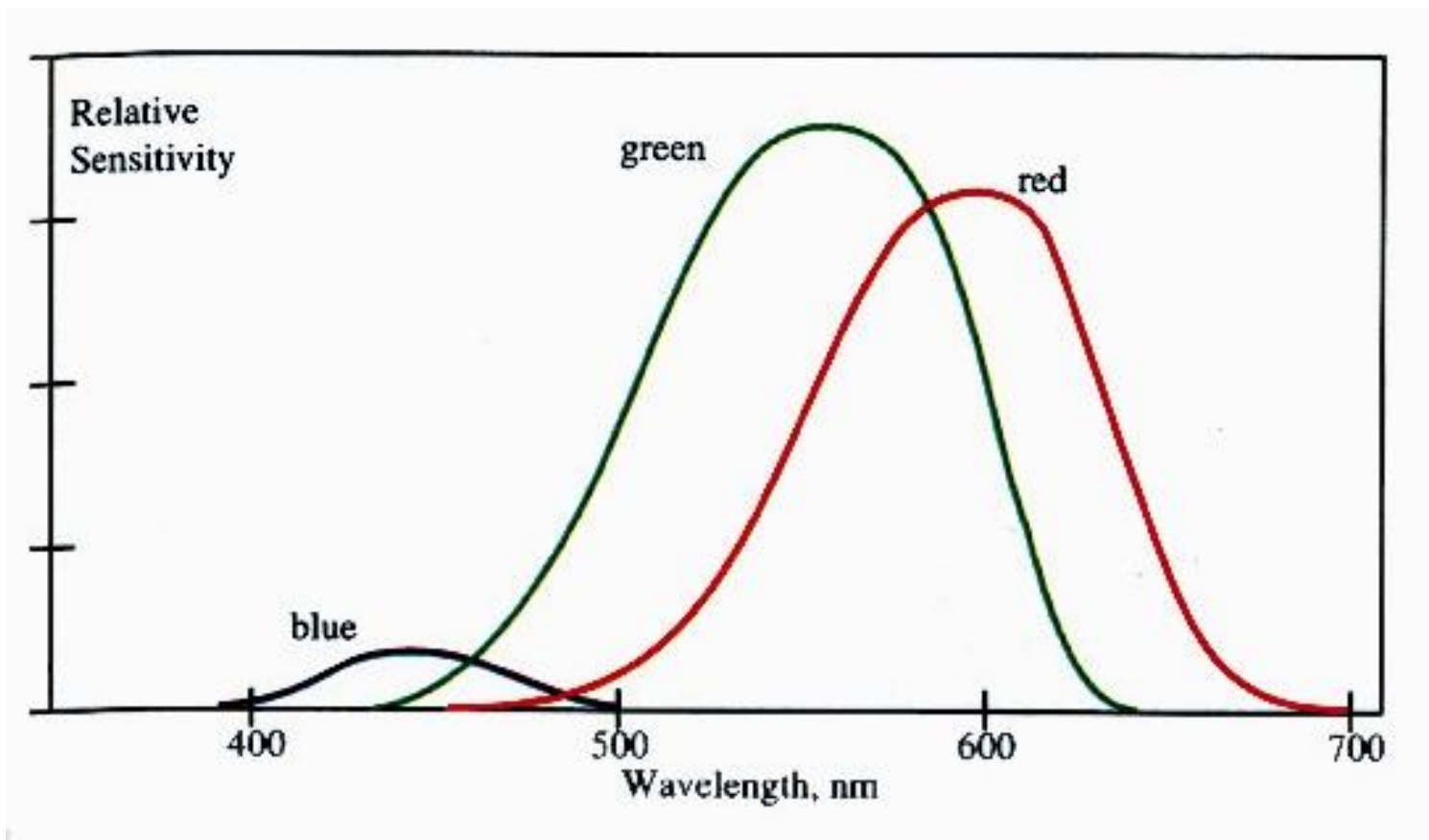
La retina



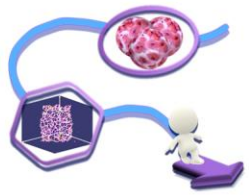
Coni concentrati nella fovea 180,000 per mm^2 . Nella altre zone predominano I bastoncelli. (approx 5,000 coni per mm^2). Nel punto cieco non ci sono fotorecettori.



I tre tipi di cono



I bastoncelli sono più sensibili al blu



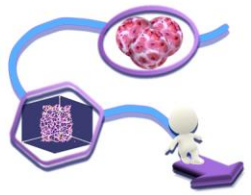
Visione fotopico e scotopico

Fotopico: coni, alti livelli di luminosità, più veloce ad adattarsi.

Scotopico: bastoncelli- bassi livelli di luce

Luce- buio 30 minuti

Buio-luce 5 minuti



Misurare Luce

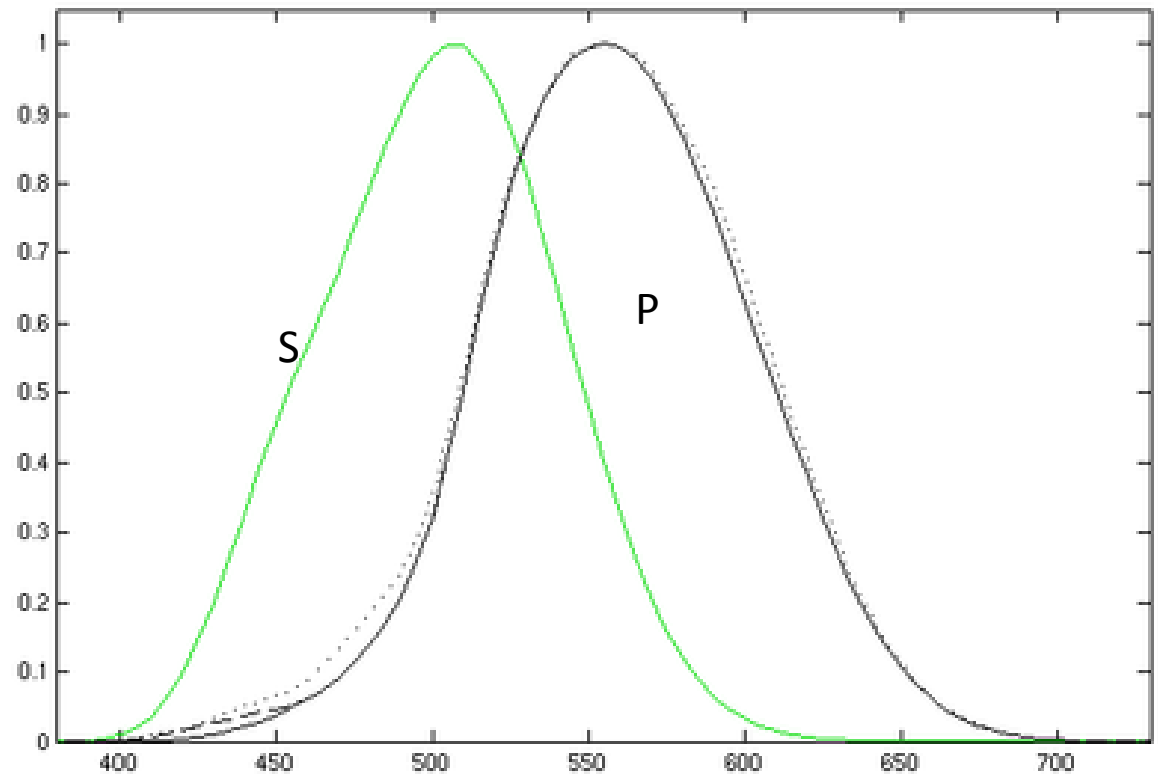
Watts/m² (sun= 1000 W/m²)- INTENSITY

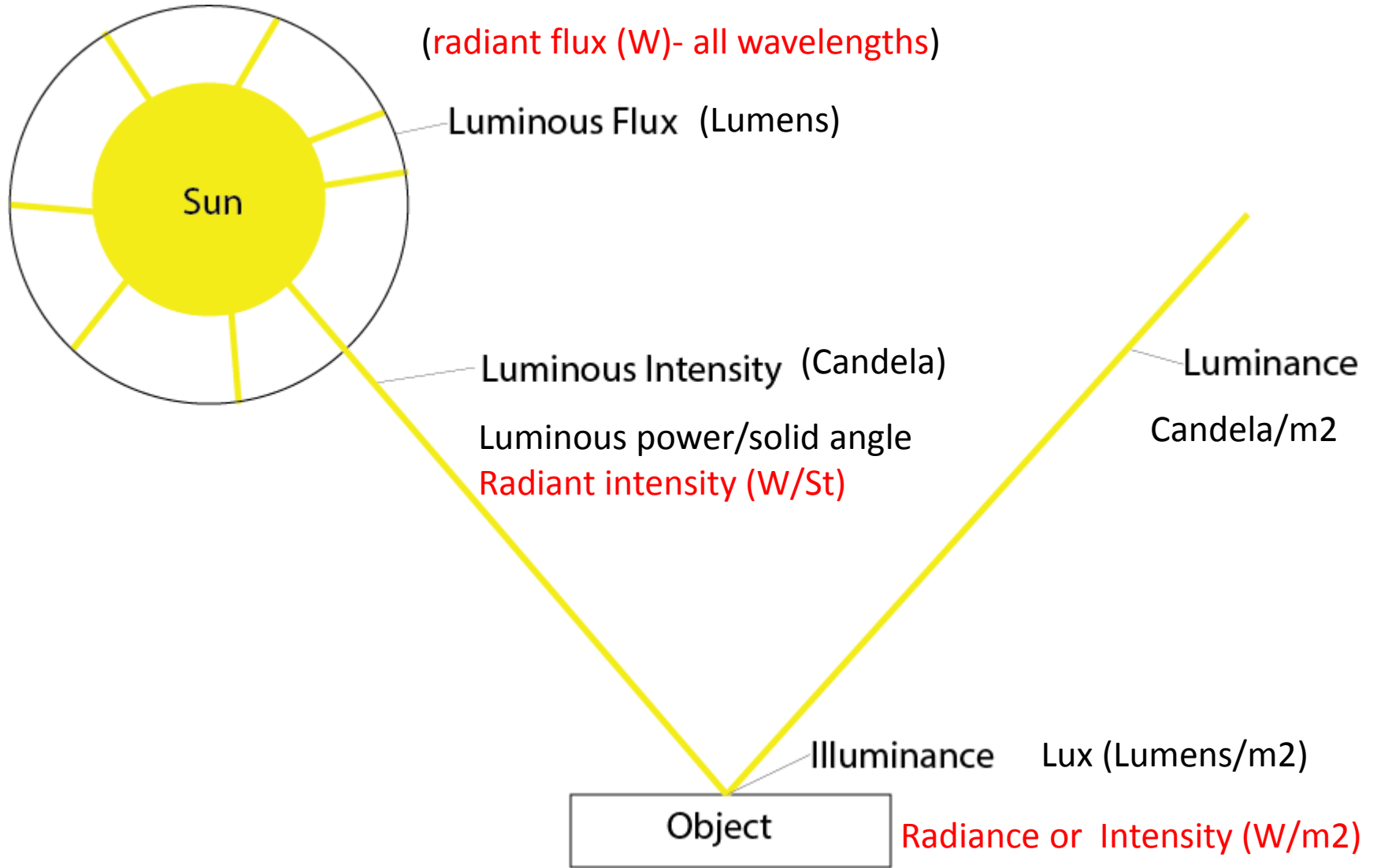
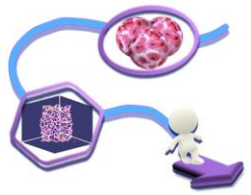
Radiant Flux= Watts

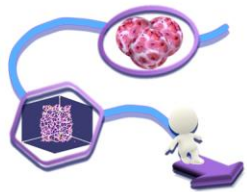
Lux

Candela (SI unit)

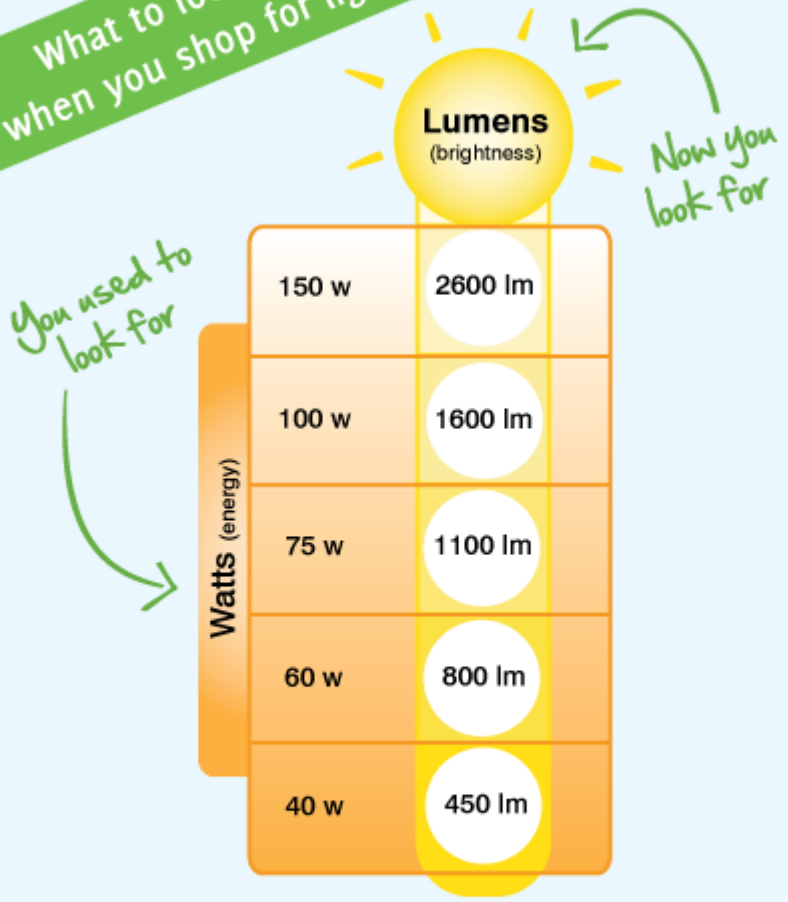
Lumens







What to look for when you shop for light bulbs



Estimates based on typical incandescent bulbs

This chart shows the number of lumens produced by common incandescent bulbs. If you're looking to buy a bulb that will give you the amount of light you used to get from a 60-watt bulb, you'll now look for 800 lumens.