



VISIONE_01

OTTICA GEOMETRICA

FGE aa.2015-16



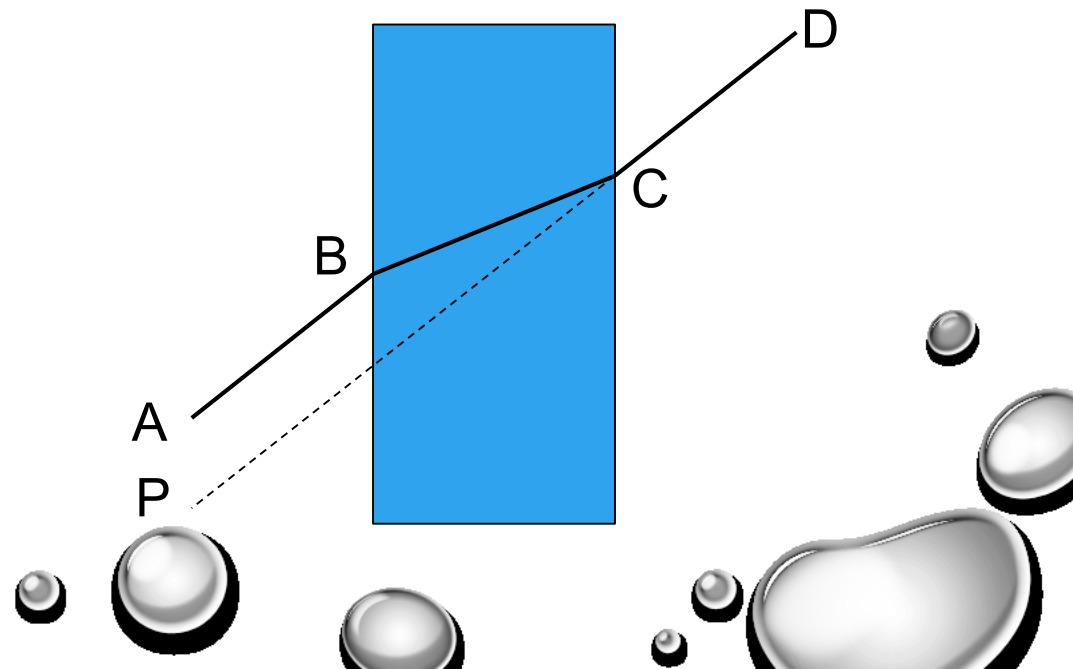
OBIETTIVI

- Principi di refrazione delle lenti, indice di refrazione
- Lenti biconcave e lenti biconvesse, fuoco principale e distanza focale
- Potere refrattivo di una lente
- Principi di refrazione dell'occhio, occhio schematico
- Diottrie dell'occhio
- Accomodazione
- Vizi di refrazione dell'occhio (generalità)

PRINCIPI DI REFRAZIONE DELLE LENTI

- La luce si propaga nello spazio in *linea retta* con velocità che dipende dalla **densità ottica** della sostanza attraversata
- Superficie *opaca*: *assorbita*
- Superficie *speculare*: *riflessa*
- Superficie **trasparente**: **rifratta**

- Se il raggio incidente è obliquo rispetto alla superficie, il raggio emergente è ancora parallelo, ma subisce una deviazione, ovvero è *rifratto*
- Tale spostamento non avviene per i raggi che passano per il centro ottico
- Indice di rifrazione: potere rifrattivo riferito a quello dell'aria

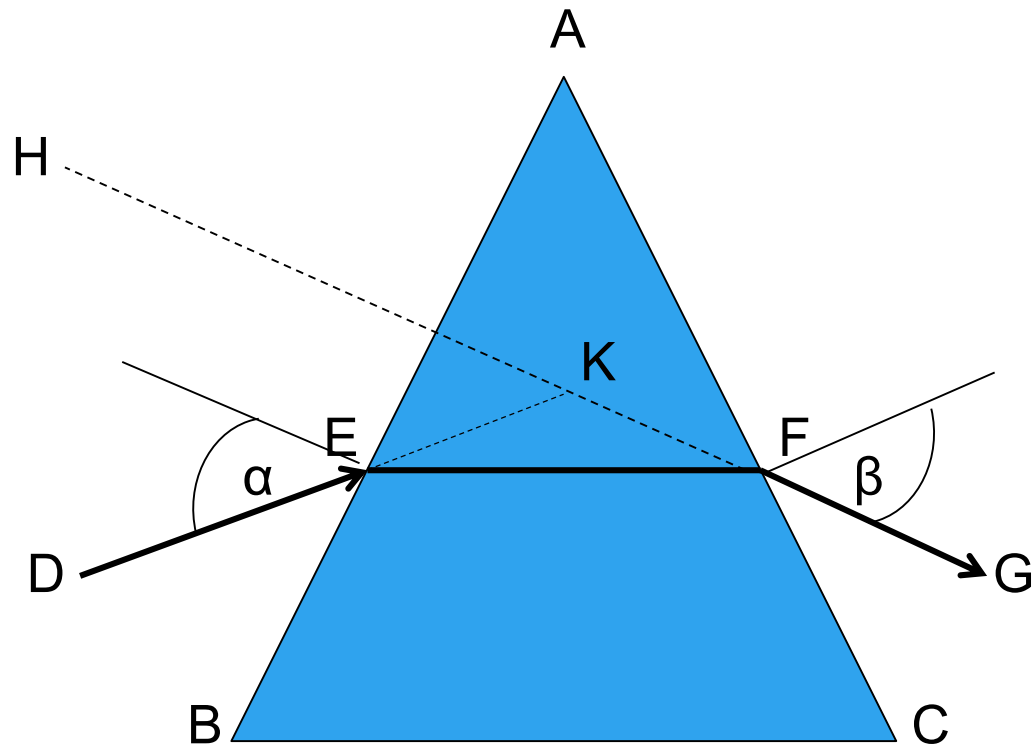


INDICE DI REFRAZIONE



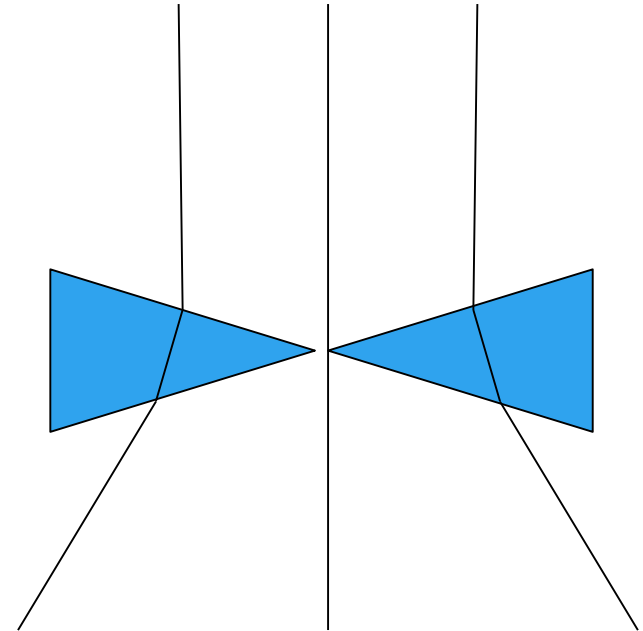
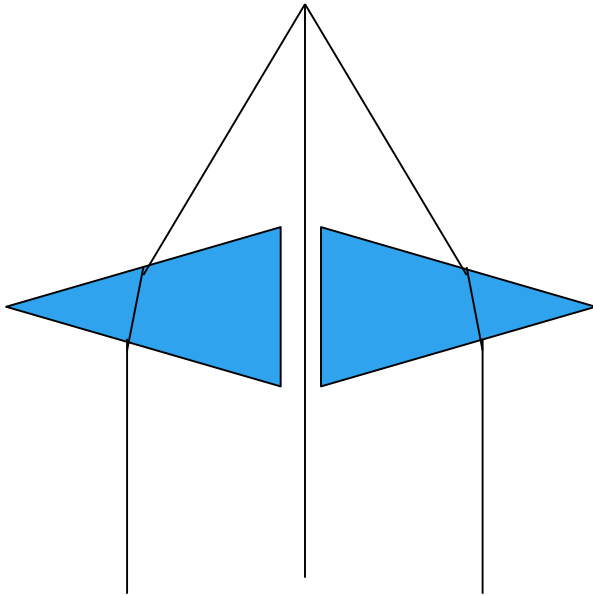
- **Indice di rifrazione:**
passando da un mezzo *meno denso* (indice di rifrazione n_1) ad uno *più denso* (indice di rifrazione n_2) i raggi luminosi subiscono una deviazione *proporzionale al rapporto tra l'indice di rifrazione dei due mezzi*

REFRAZIONE DI UN PRISMA



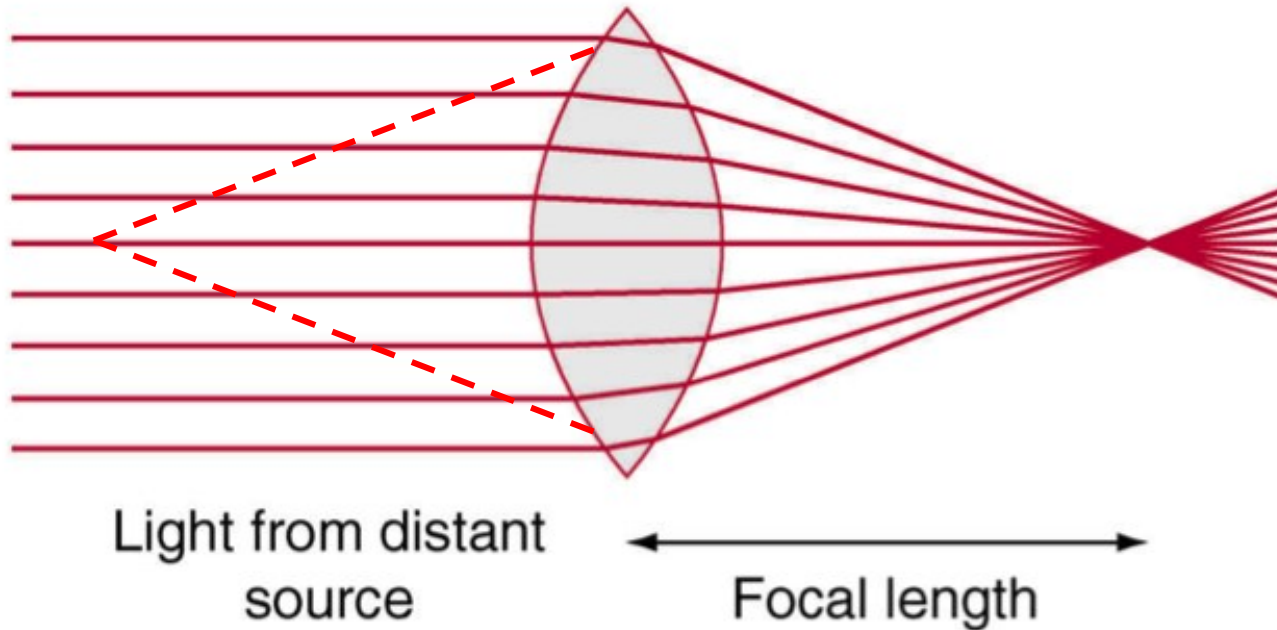
- Il raggio DEFG è rifratto in E e in F e la *refrazione totale* – differenza tra direzione DE e FG - è l'angolo DKH
- Ad un osservatore in G, la sorgente D pare situata in H
- α e β sono angoli di incidenza e di emergenza. Se sono uguali la deviazione prodotta dal prisma è minima

REFRAZIONE DI DUE PRISMI



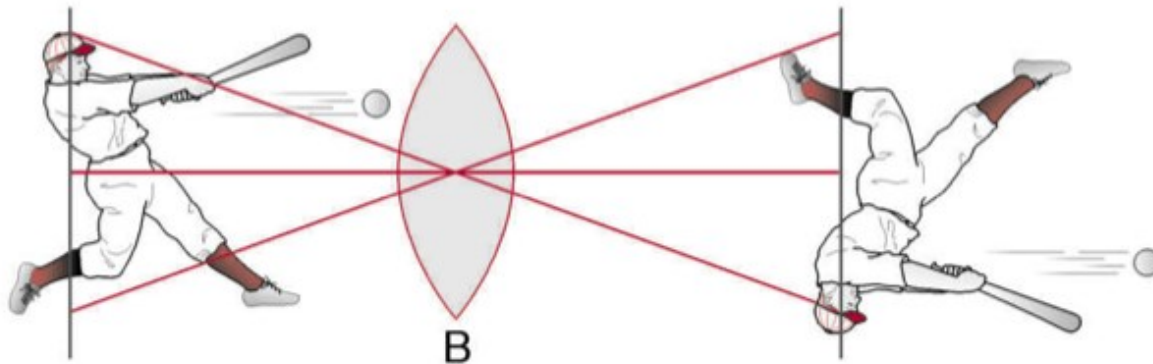
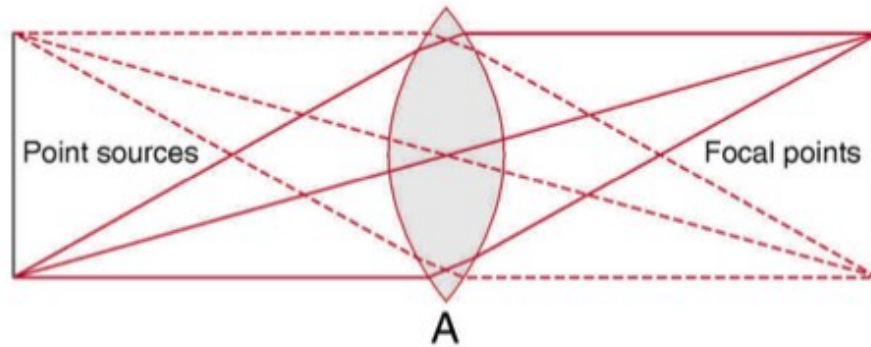
- Se due raggi paralleli attraversano due prismi accostati alla base si incontrano in un fuoco
- Se scomponiamo i due prismi in un sistema di sottili prismi sovrapposti s'ottiene una lente biconvessa
- Se due raggi paralleli attraversano due prismi accostati all'apice, essi divergono (lente biconcava)

LENTI BICONVESSE



- Se i raggi incidenti, provenienti dall'infinito ottico, sono paralleli all'asse ottico che passa attraverso i centri di curvatura incrociano questo asse in un unico punto al di là della lente: **il fuoco principale**
- La distanza del fuoco principale dalla lente è chiamata **lunghezza focale** della lente
- Se la lente è posta nello stesso mezzo, i due fuochi principali hanno la stessa distanza focale

LENTI BICONVESSE



- *L'insieme dei fuochi* corrispondenti a tutti i punti luminosi di un oggetto ne costituiscono **l'immagine**

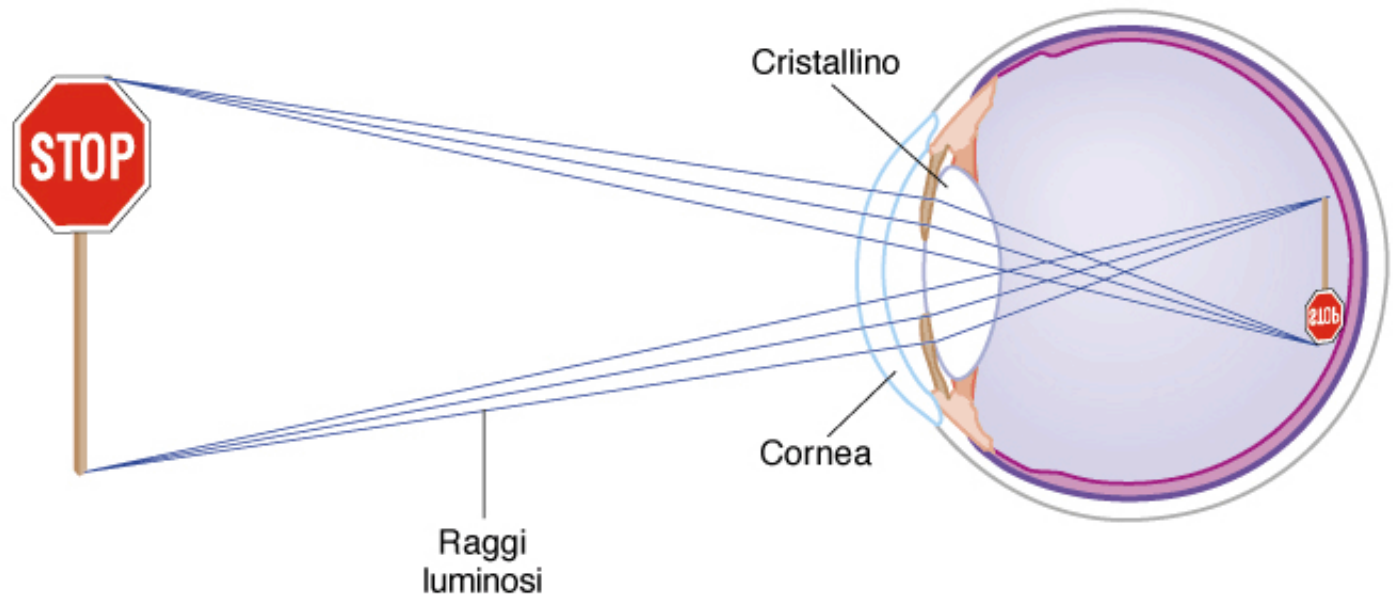
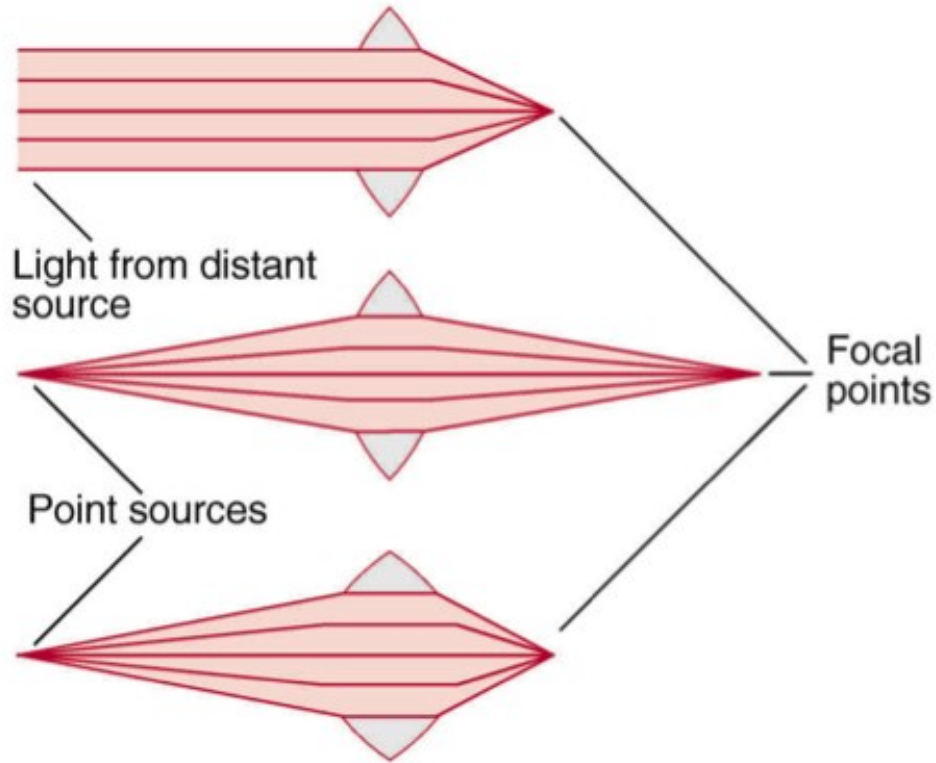


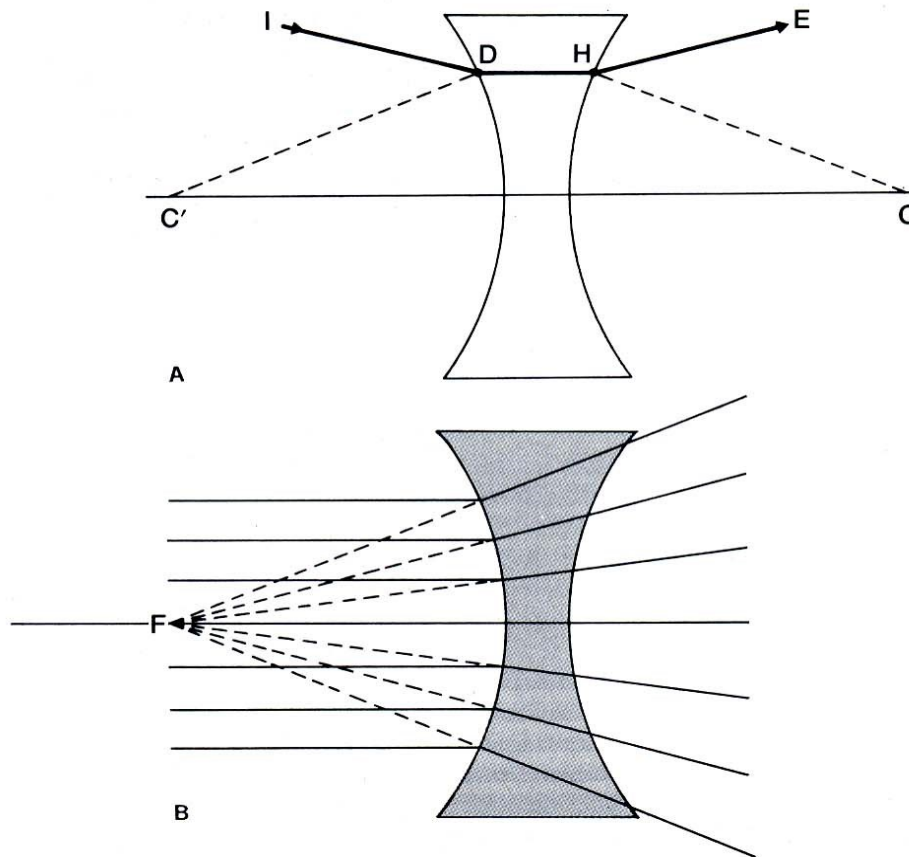
FIGURA 10.24 Rifrazione dei raggi luminosi nell'occhio. Un determinato punto del campo visivo viene messo a fuoco su un singolo punto della retina. La rifrazione dei raggi luminosi quando passano attraverso la cornea e il cristallino fa sì che l'immagine venga proiettata sulla retina invertita e capovolta.

LENTI BICONVESSE



- Un oggetto *posto all'infinito* forma la sua immagine *reale capovolta e molto piccola* nel *fuoco principale* della lente
- Se l'oggetto si avvicina alla lente, l'immagine si allontana e si fa più grande
- Se l'oggetto è posto tra fuoco principale e lente, l'immagine è virtuale, dritta e più grande dell'oggetto

LENTI BINCONCAVE



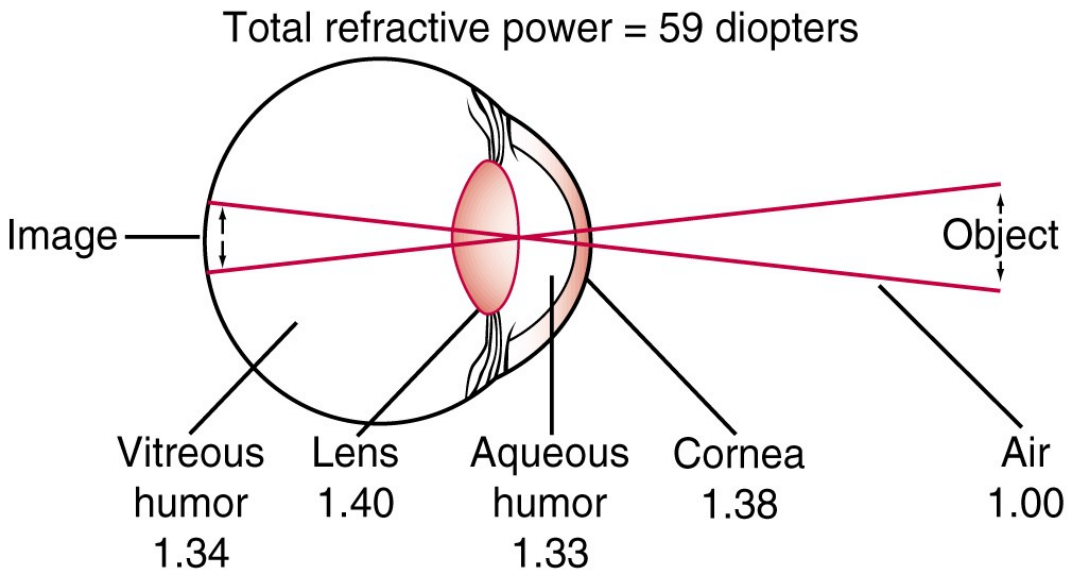
*Lente biconcava, divergente,
negativa.*

- I raggi paralleli divergono e formano il *fuoco principale al di qua* della lente
- L'immagine è virtuale, dritta e più piccola

POTERE REFRAATTIVO DI UNALENTE

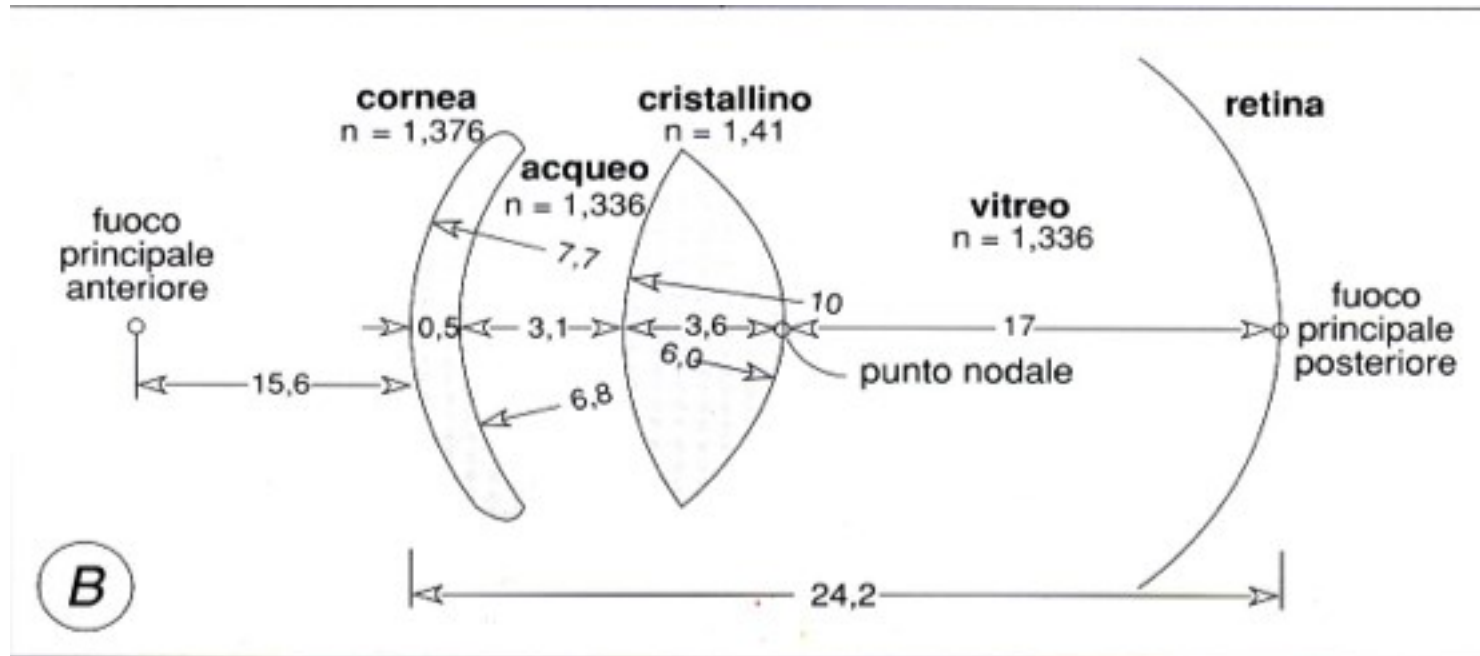
- Il **potere refrattivo** di una lente è **inversamente proporzionale** alla **sua distanza focale**
- **Diottria D** (o **potere diottrico**): unità di misura del potere refrattivo di una lente
- E' uguale al reciproco della sua lunghezza focale F in metri:
$$D = 1/F$$
- Esempio 5 D corrisponde a una F di 0.2 metri
- Diottrie positive (+) per le lenti convergenti (convesse)
- Diottrie negative (-) per le lenti divergenti (concave)
- **Sistema diottrico** omocentrico: combinazione di più lenti
- Il **potere refrattivo totale** di un sistema diottrico è uguale alla *somma algebrica* del potere refrattivo di ciascuna lente componente.

PRINCIPI DI REFRAZIONE DELL'OCCHIO



- L'occhio è un sistema diottrico formato da elementi
 - Cornea (43 D)
 - Cristallino (15 D)
 - Umor vitreo e acqueo
- Potere diottrico totale di circa 60 D (elevato potere refrattivo)
- I centri di curvatura di cornea e cristallino sono posti sullo stesso asse ottico
- I fattori che determinano il potere diottrico totale dell'occhio sono:
 - Lunghezza assiale
 - Cornea

PRINCIPI DI REFRAZIONE DEL'OCCHIO



Occhio schematico.

- **Occhio schematico**: il sistema diottrico può essere considerato come una lente convergente con centro ottico (**punto nodale**) a circa 7 mm dalla cornea – parte posteriore del cristallino
- I raggi paralleli che giungono alla cornea formano il loro fuoco 24 mm dietro di essa. L'immagine di un oggetto posto all'infinito si forma sulla retina

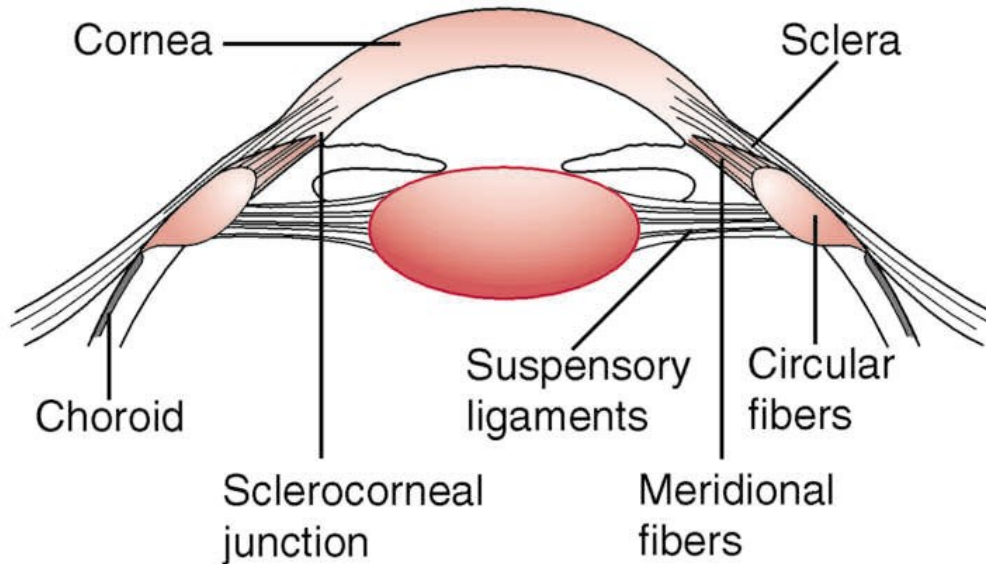
ACCOMODAZIONE

- L'occhio umano è un sistema diottrico dinamico in grado di modificare la focalizzazione: il cristallino può infatti modificare il suo potere di divergenza mediante il processo di accomodazione
- Potere diottrico del cristallino variabile
 - Stato non accomodato (10-12 diottrie)
 - Stato accomodato (18-20 diottrie)
 - Potere accomodativo 6-8 diottrie
- Punto prossimo: punto più vicino visibile senza accomodazione
- Punto remoto: punto più lontano visibile senza correzione

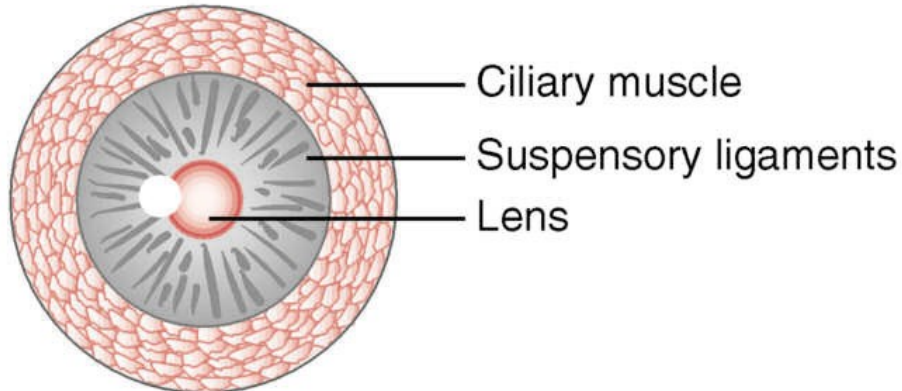
ACCOMODAZIONE

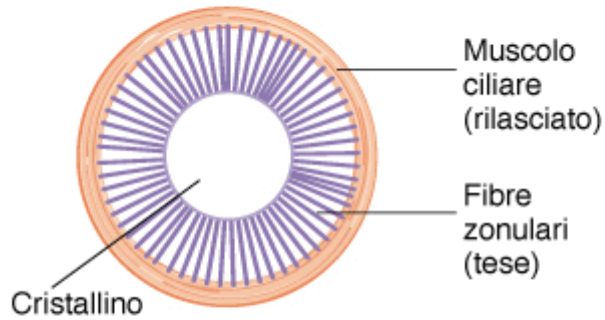
- Gli oggetti posti a meno di 6 m di distanza dall'occhio inviano raggi luminosi non paralleli che in condizioni normali vanno a fuoco dietro il piano retinico (visione sfocata per vicino)
- L'accomodazione permette di aumentare il potere rifrattivo dell'occhio aumentando la curvatura del cristallino attraverso la contrazione del muscolo ciliare
- L'ampiezza accomodativa varia con l'età, farmaci, sostanze tossiche
- Presbiopia: Perdita di accomodazione che avviene con l'età (40 aa)

ACCOMODAZIONE

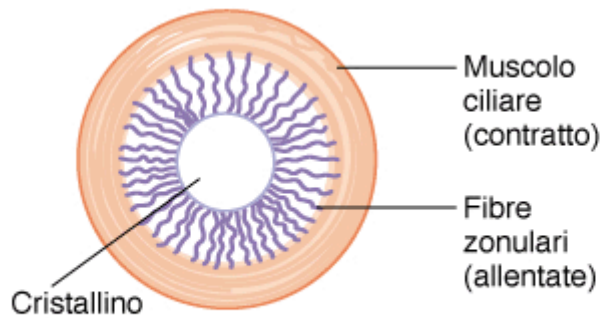
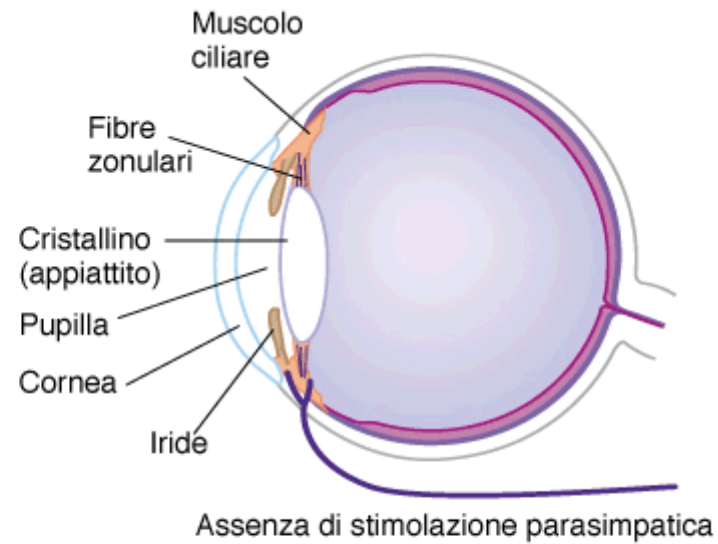


- La contrazione del muscolo ciliare riduce la tensione del legamento sospensorio e sulla capsula del cristallino
- Così la lente diventa più sferica e aumenta il potere rifrattivo del cristallino
- Aumenta la capacità di focalizzare oggetti più vicini

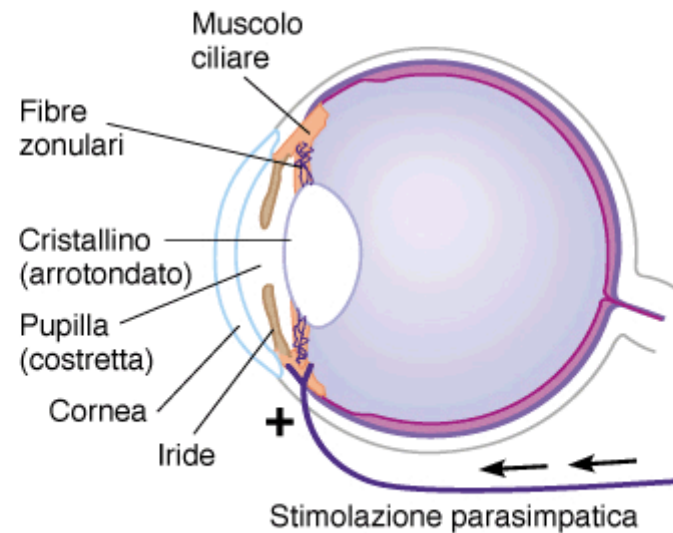




(a) Visione di oggetti distanti

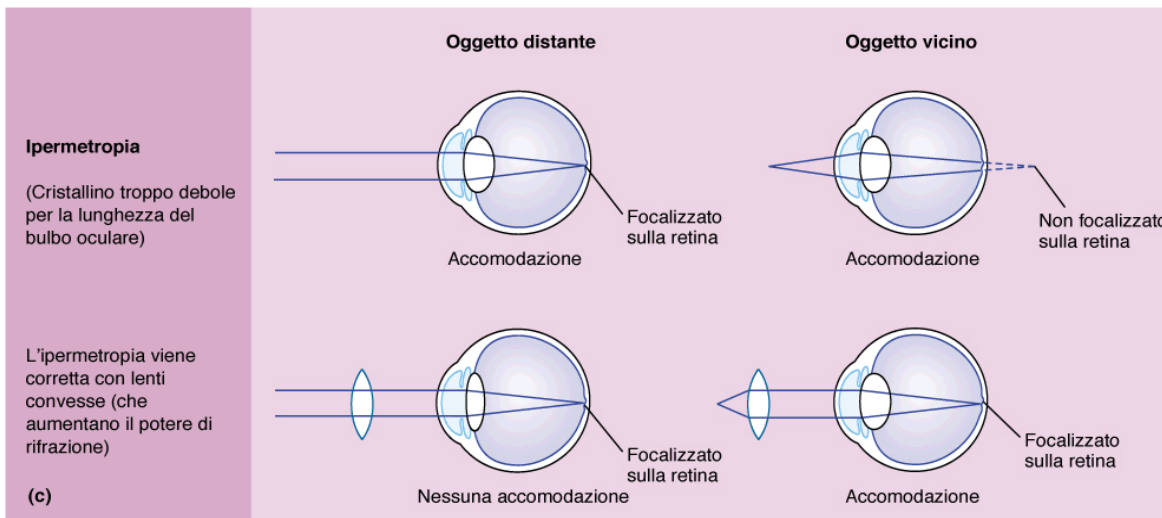
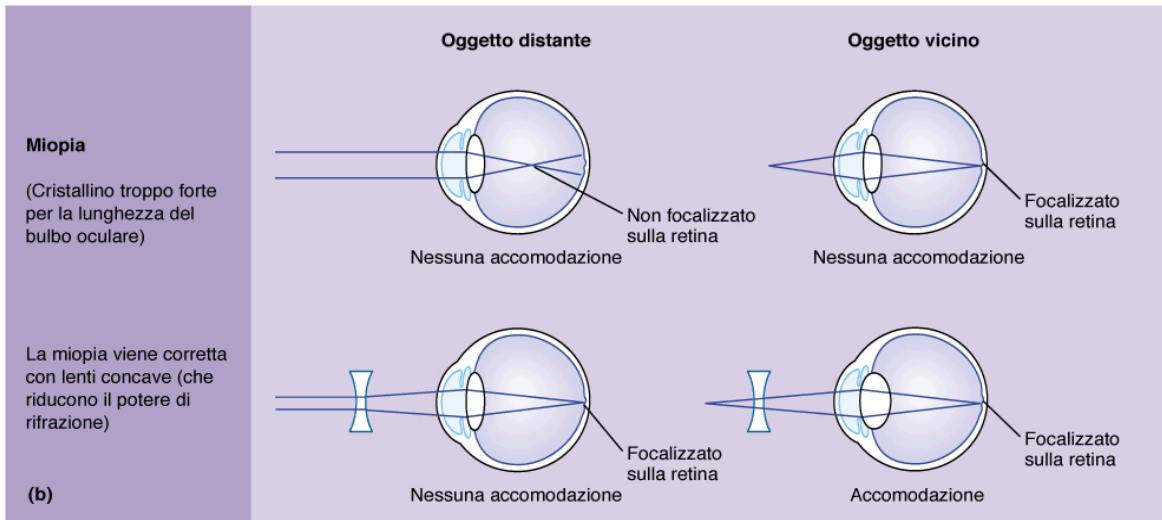
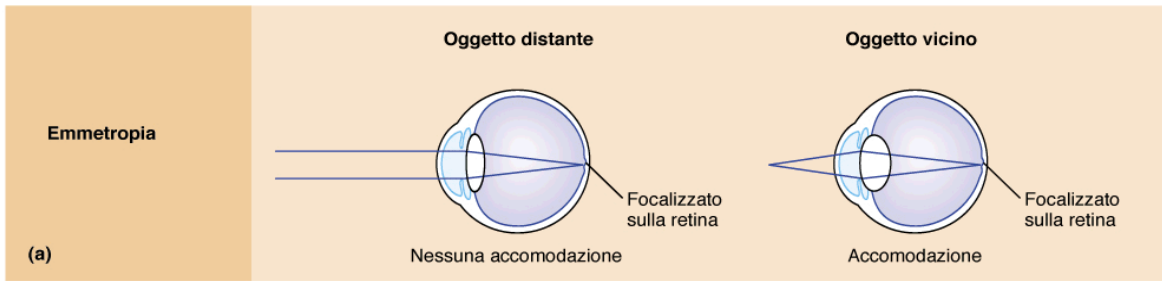


(b) Accomodazione per la visione da vicino

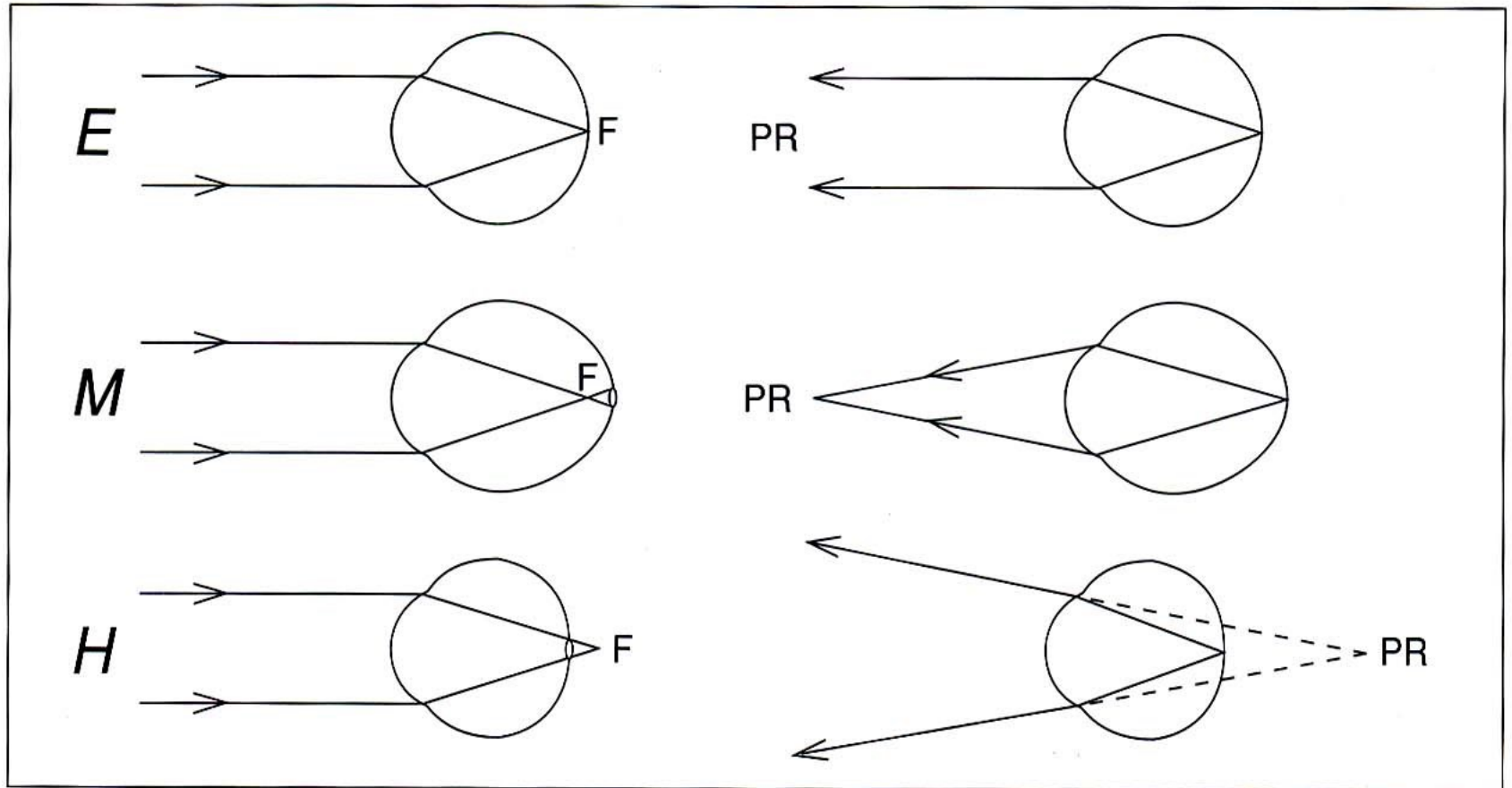


VIZI DI REFRAZIONE

- **Emmetropia** sistema diottrico oculare, in condizioni di riposo accomodativo, è in grado di produrre una convergenza dei raggi luminosi provenienti dall'infinito (almeno 6 m) in un punto focale situato sulla retina, a circa 23-24 mm dall'apice corneale
- **Ametropia** quando questa situazione non si realizza o si realizza utilizzando le capacità accomodative dell'occhio
- **MIOPIA**
 - i raggi luminosi provenienti dall'infinito vanno a fuoco davanti al piano retinico
- **IPERMETROPIA, PRESBIOPIA**
 - i raggi luminosi provenienti dall'infinito vanno a fuoco dietro al piano retinico



VIZI DI REFRAZIONE



Posizioni del fuoco principale posteriore (F) e del punto coniugato della retina o punto remoto (PR): E) occhio emmetrope; M) occhio miope; H) occhio ipermetrope.



BIBLIOGRAFIA

- **Fisiologia dell' Uomo, autori vari, Edi.Ermes, Milano**
 - **Capitolo 6: Organi di senso**
 - **Rhoades R e Pflanzner R. Fisiologia Generale ed Umana, II edizione italiana sulla IV americana, Piccin, Padova**
 - **Capitolo 8: Sistemi Sensoriali**
- 