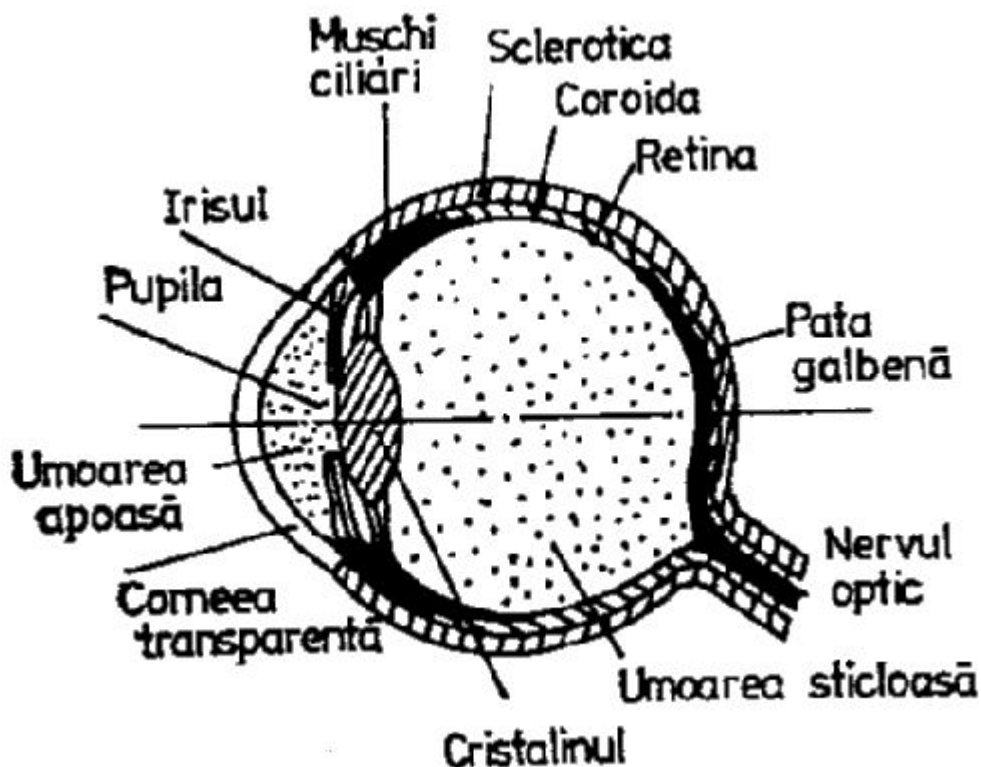


## Aparate optice

### a)Ochiul omenesc, ca aparat optic:

Din punct de vedere anatomic, ochiul este, după cum se știe, un organ deosebit de complex, servind la transformarea imaginilor geometrice ale corpurilor în senzații vizuale. Privind însă numai din punctul de vedere al opticii geometrice, el constituie un sistem optic format din trei medii transparente: *umoarea apoasă*, *cristalinul* și *umoarea sticloasă* (sau *vitroasă*):



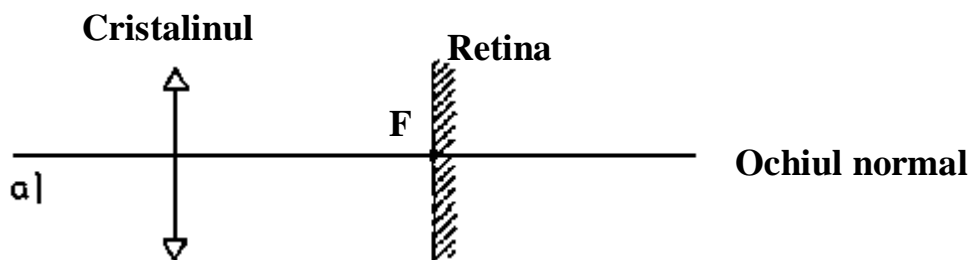
Acestea se găsesc în interiorul globului ocular, mărginit în exterior de o membrană rezistentă, numită *sclerotică*. Sclerotica este opacă peste tot, exceptând o porțiune din față, care este transparentă și de formă sferică, numită *corneea transparentă*. Lumina pătrunde în ochi prin corneea, străbate cele trei medii transparente și cade pe retina, unde se formează o imagine reală și răsturnată a obiectelor privite. Fluxul luminos este reglat automat prin acțiunea involuntară (reflexă) a *irisului*. Aceasta este o membrană (ai cărei pigmenți dau “culoarea ochilor”) perforată în centru printr-o deschidere circulară, de diametrul variabil, numită *pupilă*. La lumină prea intensă, irisul își mărește pupila, pentru a proteja retina, iar la lumină prea slabă, irisul își mărește pupila pentru a mări iluminarea imaginilor de pe retina. *Retina* este o membrană subțire, alcătuită din prelungirile nervului optic și conținând un număr mare de celule senzationale, care percep lumina, numite *conuri* și *bastonașe*. Conurile sunt celule specializate în perceperea luminii de intensitate slabă, fiind

practic incapabile să distingă culorile. Ochiul omenesc conține aproximativ 7 milioane conuri și 130 milioane bastonașe, foarte neuniform răspândite. Conurile ocupă mai ales partea centrală a retinei, în timp ce densitatea bastonașelor crește spre periferie. În partea centrală, puțin mai sus de axa optică, există o regiune numită *pata galbenă* (macula lutea) în mijlocul căreia se află o mică adâncitură – *foveea centralis* – populată exclusiv de conuri, în număr de 13000 – 15000. Sub acțiunea involuntară a unor mușchi speciali ai ochilului, globul ocular suferă mișcări de rotație în orbita sa, astfel încât imaginea să se formeze totdeauna în regiunea petei galbene, cea mai importantă regiune fotosensibilă a ochiului.

Cristalinul are forma unei lentile nesimetric biconvexe și poate fi mai bombat sau mai puțin bombat sub acțiunea reflexă a mușchilor ciliari, modificându-și astfel convergența, încât imaginea să cadă pe retină. El are o structură stratificată, prezentând spre margine indicele de refracție de aproximativ 1,38, iar în interior de aproximativ 1,41.

*Acomodarea.* Un ochi normal, aflat în stare de repaus, are focarul situat pe retină. Din această cauză, pentru obiectele situate la infinit (practic, la distanțe mai mari decât circa 15 m) ochiul formează imaginile pe retină fără nici un efort de modificare a cristalinului.

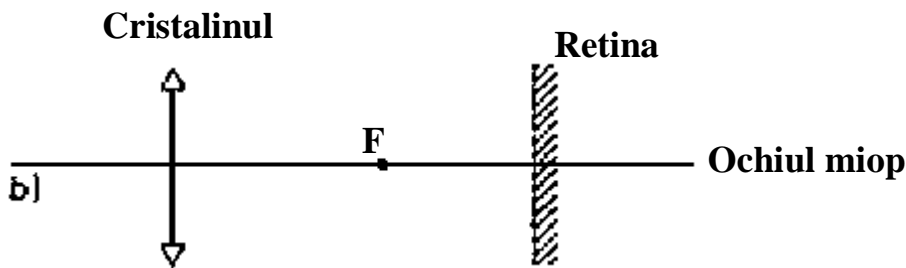
Apropiind obiectul, cristalinul se bombează sub acțiunea mușchilor ciliari, așa fel încât imaginea să rămână tot pe retină. Fenomenul se numește *acomodare*. Cristalinul însă nu se poate bomba oricât și de aceea obiectul poate fi adus doar până la o anumită distanță minimă – *distanța minimă de vedere* – sub care ochiul nu mai poate forma imaginea pe retină. Acomodarea ochiului este deci posibilă în tre un punct aflat la o distanță maximă (*punctul remotum*), care, pentru ochiul normal este la infinit (practic, peste 15 m) și un punct aflat la o distanță minimă (*punctul proximum*), care pentru ochiul normal este de 10–15 cm la tineri și aproximativ 25 cm la adulți. În mod normal, ochiul vede cel mai bine, putând distinge cele mai multe detalii, la o distanță mai mare decât distanța minimă de vedere și anume la aproximativ 25 cm, numită *distanța vederii optime*.



### **Defecte de convergență ale ochiului:**

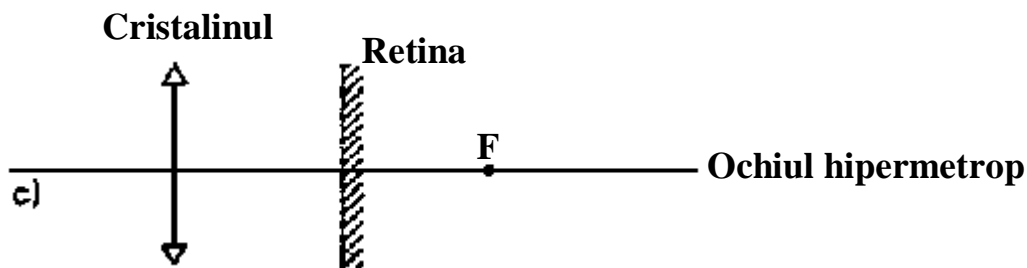
*Ochiul miop* este mai alungit decât cel normal, astfel că focarul său se află în fața retinei. Cu alte cuvinte imaginile obiectelor în depărtate (situate la infinit) nu se formează pe retină, ci în fața ei. Prin bombarea cristalinului situația nu se îmbunătățește, deoarece aceste imagini nu se duc pe retină, ci se îndepărtează de ea. Obiectul trebuie apropiat până la o anumită distanță (câțiva metrii, în funcție de gradul de miopie) pentru ca imaginea să se formeze pe retină cu ochiul neacomodat.

Apropiind mai mult obiectul, ochiul poate păstra, prin acomodare, imaginea pe retină, până la o distanță minimă de circa 5 cm. Ochiul miop are așadar atât punctul remotum cât și cel proximum mai apropiate decât ochiul normal.



El nu poate vedea clar obiecte mai depărtate decât punctul său remotum. Defectul se corectează cu ochelari alcătuiți din *lentile divergente*, construite astfel încât focarul lor (virtual) să se afle în punctul remotum al ochiului miop.

*Ochiul hipermetrop* este mai “turtit” decât ochiul normal, astfel încât focarul său se află în spatele retinei. Cu alte cuvinte, în starea relaxată a ochiului hipermetrop, imaginile obiectelor de la infinit nu se formează pe retină ci în spatele ei. Nici acest ochi nu vede clar obiectele de la infinit, în stare relaxată. Spre deosebire de cel miop însă, el poate, prin acomodare (bombarea cristalinului) să aducă imaginea pe retină.

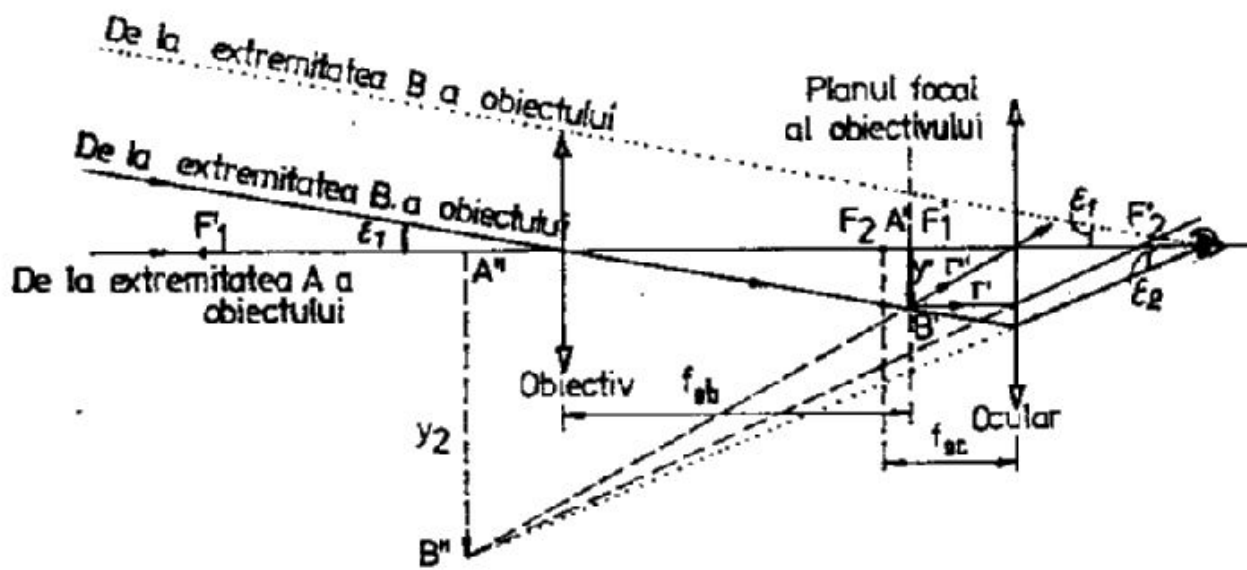


Distanța minimă până la care poate vedea (acomodat) este însă mai mare decât la ochiul normal. Așadar, hipermetropul poate vedea clar obiectele îndepărtate numai cu efort de acomodare, iar obiectele mai apropiate, care intră în limitele de acomodare ale unui ochi normal, nu le poate distinge clar. Folosind ochelari cu *lentile convergente*, corect calculate (în funcție de gradul de hipermetropie), aceste lentile îl pot ajuta să aducă imaginea pe retină, atât pentru obiecte îndepărtate, privind neacomodat, cât și pentru obiecte apropiate, privind acomodat.

*Ochiul prezbit* este ochiul în vârstă și se datorește slăbirii cu timpul a capacității de bombare a cristalinului. Având posibilități mai reduse de bombare a cristalinului, un astfel de ochi va avea punctul proximum mai îndepărtat decât la un ochi normal. Obiectele mai apropiate vor avea deci imaginile în spatele retinei și pentru aducerea lor pe retină se folosesc *lentile convergente*, care măresc convergența ochiului, ca și în cazul ochiului hipermetrop.

### **b)Luneta:**

Luneta este destinată observării obiectelor foarte îndepărtate. De la oricare punct al unui astfel de obiect ajung la noi fascicule practic paralele. Să considerăm un obiect astronomic AB și să îndreptăm luneta cu axa optică spre extremitatea A:



Toate razele provenite din A vor fi paralele cu axa optică și vor converge în focarul principal imagine  $F_1'$  al obiectivului lunetei. În figura de mai sus am luat o singură rază din acest fascicul și anume de-a lungul axei optice principale. De la punctul extrem B va sosi, de asemenea, un fascicul de raze paralele între ele, dar înclinat cu unghiul  $\epsilon_1$  față de primul fascicul.  $\epsilon_1$  va fi deci unghiul sub care se vede obiectul ceresc cu ochiul liber. Punctul de convergență al fasciculului paralel din B va fi în focarul secundar  $B'$ , care va defini astfel în planul focal al obiectivului imaginea *reală*  $y'$ . Trebuie remarcat că obiectul AB fiind foarte departe de focarul  $F_1$  al obiectivului, *imaginea intermediară*  $y'$  este *micșorată*, spre deosebire de imaginea intermediară a microscopului, care era mult mărită, datorită faptului că obiectul de cercetat era foarte aproape de focarul  $F_1$  al obiectivului. Din această cauză, imaginea  $y'$  se afla destul de departe de focarul imagine  $F_1'$ , în timp ce la lunetă aceasta se formează, practic chiar în planul focal al obiectivului. Așadar, ocularul lunetei preia o imagine intermediară, micșorată a obiectivului și formează o imagine definitivă  $y_2$  *virtuală și mărită* față de  $y'$ . În această figură imaginea intermediară  $y'$  a fost construită ducând planul focal perpendicular pe axă în  $F_1'$  și aflând punctul ( $B'$ ) în care o rază din B trecând prin vârful lentilei obiectiv întâlnește acest plan (este figurată urma acestui plan printr-un segment punctat). Imaginea finală  $y_2$  este obținută trasând din  $B'$  două raze cu drum cunoscut; una ( $r'$ ) paralelă cu axa optică, va părăsi ocularul trecând prin focarul imagine  $F_2'$  al său și una ( $r''$ ) trecând prin centrul optic al ocularului, va trece mai departe nederivată (ocularul este luat – ca și obiectivul – sub forma unei lentile subțiri, convergente). După aflarea punctului  $B''$ , s-a putut construi mersul complet al razei din B până la pupila ochiului,  $\epsilon_2$  fiind unghiul sub care se vede imaginea finală  $y_2$ .

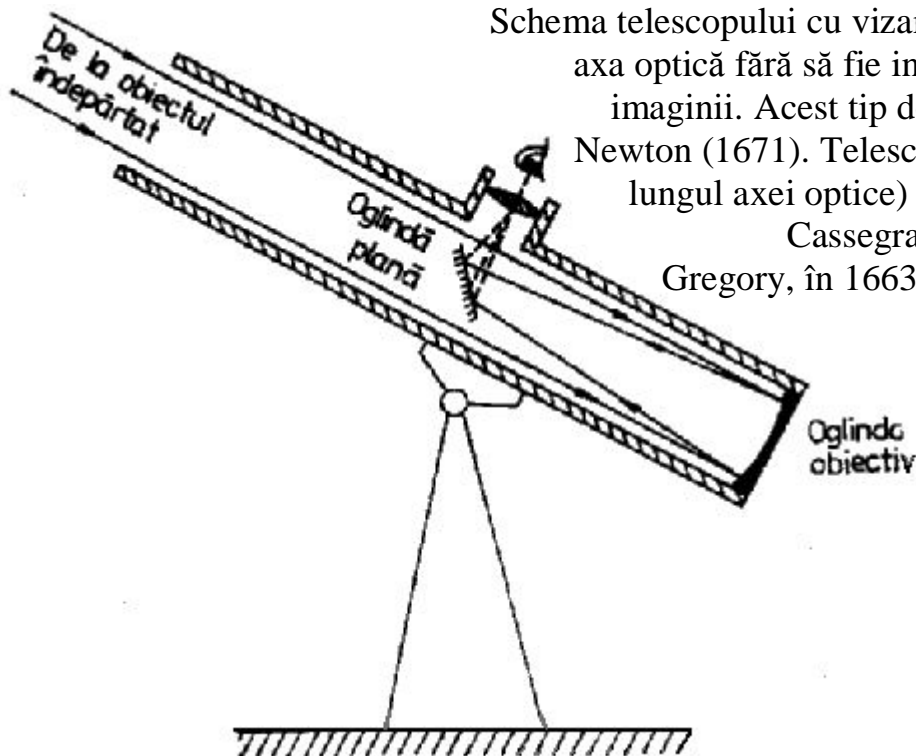
*Grosimentul lunetei.* Fiind vorba de un aparat ce furnizează imagini virtuale ale unor obiecte îndepărtate, luneta se caracterizează prin grosiment:

$$G = \frac{\text{tg } \epsilon_2}{\text{tg } \epsilon_1}$$

Grosismetul lunetei este deci egal cu raportul dintre distanța focală a obiectivului, sau cu produsul dintre distanța focală a obiectivului și puterea ocularului. Se poate mări deci grosismetul măbind distanța focală a obiectivului și utilizând oculare cât mai convergente.

Lunetele cu obiective formate din lentile de sticlă se mai numesc și *telescoape dioptrice*, iar cele cu obiectivul constând dintr-o oglindă concavă – *telescoape catoptrice*, sau simplu, telescoape.

Calitățile lunetei cresc, dacă se mărește diametrul obiectivului. Dar, obiective din lentile cu diametru prea mare nu se pot construi. Datorită dificultăților de obținere a omogenității unor mase transparente atât de mari, precum și din cauza deformării lentilelor sub propria lor greutate, obiectivele cu lentile depășesc cu greudiametrul de 1 metru. De aceea se utilizează în acest scop *obiective cu oglinzi concave*, care alcătuiesc *telescoape*. Astfel de oglinzi pot atinge diametre până la 5 m (observatorul de la Palomar). În plus, aceste obiective sunt complet lipsite de aberații cromatice, deoarece lipsește dispersia luminii, imaginile formându-se numai prin reflexii.



Schema telescopului cu vizare laterală, perpendicular pe axa optică fără să fie indicată în amănunt formarea imaginii. Acest tip de telescop a fost inventat de Newton (1671). Telescoape cu vizare directă (de-a lungul axei optice) se numesc telescoape de tip Cassegrain. Ele au fost construite de Gregory, în 1663, și perfecționate ulterior de Cassegrain.