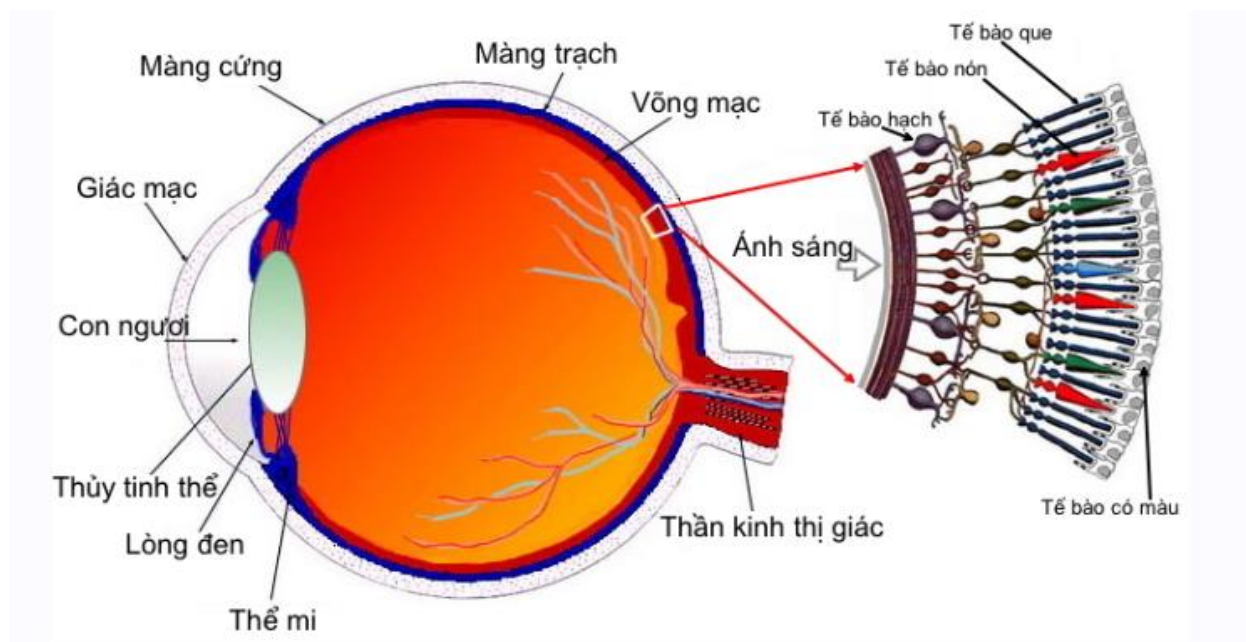


## 21. Công thức về mắt

### 1. Định nghĩa

Mắt là một hệ gồm nhiều môi trường trong suốt tiếp giáp nhau bằng các mặt cầu.



Từ ngoài vào trong, mắt có các bộ phận sau:

- + **Giác mạc:** **Màng cứng**, trong suốt. Bảo vệ các phần tử bên trong và làm khúc xạ các tia sáng truyền vào mắt.
- + **Thủy dịch:** Chất lỏng trong suốt có chiết suất xấp xỉ bằng chiết suất của nước.
- + **Lòng đen:** Màn chắn, ở giữa có lỗ trống gọi là con ngươi. Con ngươi có đường kính thay đổi tự động tùy theo cường độ sáng.
- + **Thể thủy tinh:** Khối chất đặc trong suốt có hình dạng thấu kính hai mặt lồi.
- + **Dịch thủy tinh:** Chất lỏng giống chất keo loãng, lấp đầy nhãn cầu sau thể thủy tinh.
- + **Màng lưới (võng mạc):** tại đó tập trung đầu các sợi dây thần kinh thị giác. Ở màng lưới có điểm vàng V là nơi cảm nhận ánh sáng nhạy nhất và điểm mù không nhạy cảm với ánh sáng.

Hệ quang học của mắt được coi tương đương một thấu kính hội tụ gọi là thấu kính mắt. Độ tụ của mắt là đại lượng vật lý đặc trưng cho khả năng hội tụ ánh sáng của mắt.

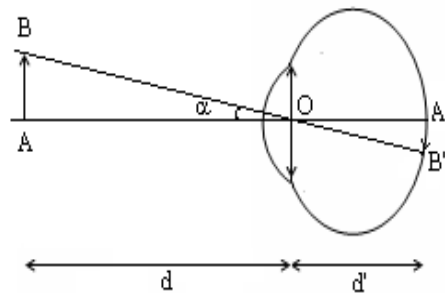
Khi nhìn các vật ở các khoảng cách khác nhau ( $d$  thay đổi) thì mắt sẽ điều tiết để thay đổi  $f$  của thấu kính mắt sao cho ảnh hiện đúng trên màng lưới.

- + Khi mắt ở trạng thái không điều tiết, tiêu cự của mắt lớn nhất ( $f_{\max}$ ,  $D_{\min}$ ).

- + Khi mắt điều tiết tối đa, tiêu cự của mắt nhỏ nhất ( $f_{\min}$ ,  $D_{\max}$ ).
- + Khi mắt không điều tiết, điểm trên trục của mắt mà ảnh tạo ra ngay tại màng lưới gọi là điểm cực viễn  $C_V$ . Mắt không có tật  $C_V$  ở xa vô cùng ( $OC_V = \infty$ ).
- + Khi mắt điều tiết tối đa, điểm trên trục của mắt mà ảnh còn được tạo ra ngay tại màng lưới gọi là điểm cực cận  $C_C$ . Đó cũng là điểm gần nhất mà mắt còn nhìn rõ. Khoảng cách giữa  $C_V$  và  $C_C$  gọi là khoảng nhìn rõ của mắt.  $OC_V$  gọi là khoảng cực viễn,  $D = OC_C$  gọi là khoảng cực cận.

### Năng suất phân li của mắt

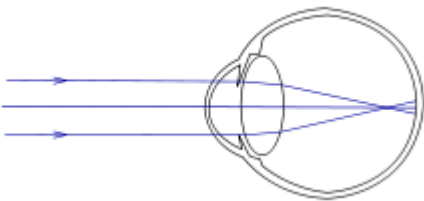
- + Góc trông vật  $AB$  là góc tưởng tượng nối quang tâm của mắt tới hai điểm đầu và cuối của vật.



- + Góc trông nhỏ nhất  $\varepsilon = \alpha_{\min}$  giữa hai điểm để mắt còn có thể phân biệt được hai điểm đó gọi là năng suất phân li của mắt. Khi đó, ảnh của 2 điểm đầu và cuối của vật được tạo ra ở hai tế bào thần kinh thị giác kế cận nhau.

### Mắt cận và cách khắc phục

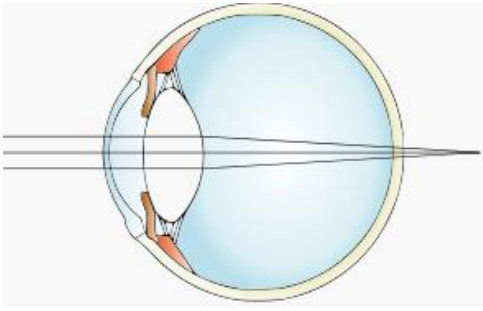
- Độ tụ của mắt cận lớn hơn độ tụ mắt bình thường, chùm tia sáng song song truyền đến mắt cho chùm tia ló hội tụ ở một điểm trước màng lưới.



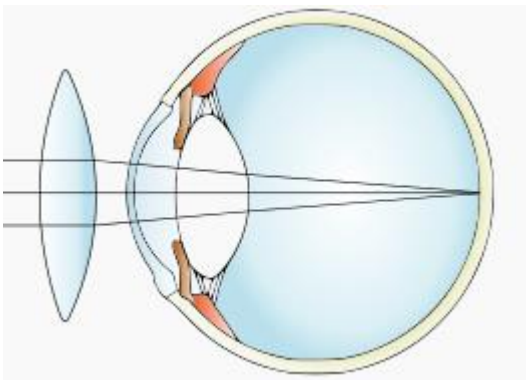
- $f_{\max} < OV$ .
- $OC_V$  hữu hạn.
- Không nhìn rõ các vật ở xa.
- $C_C$  ở rất gần mắt hơn bình thường.
- Để khắc phục tật cận thị cần đeo thấu kính phân kì có độ tụ thích hợp để có thể nhìn rõ vật ở vô cực mà mắt không phải điều tiết.

### Mắt viễn thị và cách khắc phục

- Độ tụ nhỏ hơn độ tụ của mắt bình thường, chùm tia sáng song song truyền đến mắt cho chùm tia ló hội tụ ở một điểm sau màng lưới.

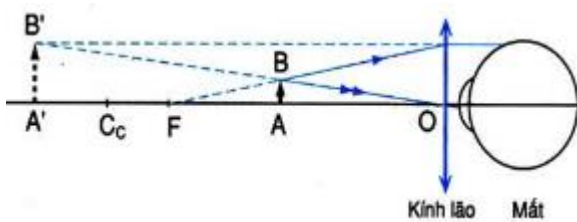


- $f_{\max} > OV$ .
- Nhìn vật ở vô cực phải điều tiết.
- $C_c$  ở rất xa mắt hơn bình thường.
- Để khắc phục tật viễn thị cần đeo một thấu kính hội tụ có tụ số thích hợp để:
  - + Nhìn rõ các vật ở xa mà không phải điều tiết mắt.
  - + Hoặc nhìn rõ được vật ở gần như mắt bình thường (ảnh ảo của điểm gần nhất muốn quan sát qua thấu kính hiện ra ở điểm cực cận của mắt).



### Mắt lão và cách khắc phục

- + Khi tuổi cao khả năng điều tiết giảm vì cơ mắt yếu đi và thể thủy tinh cứng hơn nên điểm cực cận  $C_c$  dời xa mắt.
- + Để khắc phục tật lão thị, phải đeo kính hội tụ để nhìn rõ vật ở gần như mắt bình thường.



## 2. Công thức – đơn vị đo

Với mắt người bình thường, vật sáng ở trước mắt luôn cho ảnh hiện trên võng mạc, nên độ tụ của thể thủy tinh được xác định bằng công thức

$$D = \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{OV}$$

Trong đó:

- + D là độ tụ của mắt, có đơn vị dp;
- + d là khoảng cách từ vật đến mắt, có đơn vị mét (m);
- + OV là khoảng cách từ mắt đến võng mạc, có đơn vị mét (m).

Khi mắt nhìn vật ở cực viễn thì không cần điều tiết:  $D_{\min} = \frac{1}{f_{\max}} = \frac{1}{OC_V} + \frac{1}{OV}$

Với mắt tốt,  $C_V$  ở vô cùng nên

$$D_{\min} = \frac{1}{f_{\max}} = \frac{1}{OC_V} + \frac{1}{OV} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{OV} = \frac{1}{OV} \Rightarrow f_{\max} = OV$$

Khi mắt quan sát vật ở cực cận:

$$D_{\max} = \frac{1}{f_{\min}} = \frac{1}{OC_C} + \frac{1}{OV}$$

Khi chuyển trạng thái không điều tiết sang điều tiết tối đa thì độ tụ của mắt thay đổi một lượng là:  $\Delta D = D_{\max} - D_{\min} = \frac{1}{OC_C} - \frac{1}{OC_V}$

Công thức tính góc trông  $\alpha$  của mắt:  $\tan \alpha = \frac{AB}{OA}$

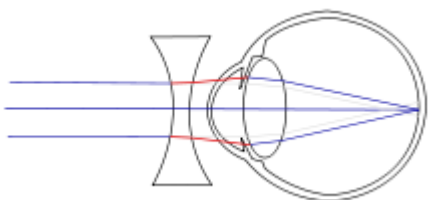
Mắt bình thường  $\varepsilon = \alpha_{\min} = 1'$ .

Mắt cận thị muốn nhìn các vật ở xa vô cùng mà không cần điều tiết cần đeo thấu kính phân kì có tiêu cự là:  $f_k = - (OC_V - L)$

Trong đó:

- + L là khoảng cách từ kính đến mắt
- +  $OC_V$  là khoảng cực viễn của mắt

Nếu kính đeo sát mắt thì  $L = 0$ ,  $f_k = - OC_V$



Mắt cận thị muốn nhìn các vật ở cách mắt 25 cm như người bình thường cần đeo

thấu kính hội tụ có tiêu cự là :  $\frac{1}{f_K} = \frac{1}{0,25 - L} + \frac{1}{-(OC_C - L)}$

Trong đó:

+ L là khoảng cách từ kính đến mắt, có đơn vị mét

+  $OC_C$  là khoảng cực cận của mắt, có đơn vị mét

Nếu kính đeo sát mắt thì  $L = 0$ ,  $\frac{1}{f_K} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-OC_C}$

Mắt viễn thị muốn nhìn các vật ở cách mắt 25 cm như người bình thường cần đeo

thấu kính hội tụ có tiêu cự là :  $\frac{1}{f_K} = \frac{1}{0,25 - L} + \frac{1}{-(OC_C - L)}$

Trong đó:

+ L là khoảng cách từ kính đến mắt, có đơn vị mét

+  $OC_C$  là khoảng cực cận của mắt, có đơn vị mét

Nếu kính đeo sát mắt thì  $L = 0$ ,  $\frac{1}{f_K} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-OC_C}$

Mắt lão thị cần đeo kính để đọc được sách cách mắt 25 cm như người bình thường thì ảnh ảo của vật đặt tại điểm cực cận hiện ra ở cách mắt 25 cm, nên tiêu cự kính cần đeo là:

$$\frac{1}{f_K} = \frac{1}{0,25 - L} + \frac{1}{-(OC_C - L)}$$

Trong đó:

+ L là khoảng cách từ kính đến mắt, có đơn vị mét

+  $OC_C$  là khoảng cực cận của mắt, có đơn vị mét

Nếu kính đeo sát mắt thì  $L = 0$ ,  $\frac{1}{f_K} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-OC_C}$

### 3. Mở rộng

Khi mắt đeo kính, ta coi hệ mắt – kính là một hệ quang học hai thấu kính ghép đồng trục. Ảnh ảo của vật qua thấu kính trở thành vật đối với mắt.

Áp dụng công thức thấu kính để xác định vị trí vật đối với mắt khi kính đeo sát mắt:

$$\frac{1}{f_k} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d = \frac{d' \cdot f_k}{d' - f_m}$$

#### 4. Bài tập ví dụ

**Bài 1:** Mắt của một người có điểm cực viễn cách mắt 50 cm.

- a) Mắt người này mắc tật gì?
- b) Muốn nhìn thấy vật ở vô cực mà không điều tiết, người đó phải đeo kính có độ tụ bao nhiêu? Biết kính đeo sát mắt
- c) Điểm  $C_C$  cách mắt 10 cm. Khi đeo kính, mắt nhìn thấy điểm gần nhất cách mắt bao nhiêu? (kính đeo sát mắt)

##### **Bài giải:**

- a) Điểm cực viễn  $C_V$  cách mắt một khoảng hữu hạn nên người này bị cận thị.
- b)  $f_K = -OC_V = -50 \text{ cm} = -0,5 \text{ m}$ .

$$\Rightarrow D_K = \frac{1}{f_K} = \frac{1}{-0,5} = -2 \text{ (dp)}.$$

- c)  $d' = -OC_C = -10 \text{ cm}$ .

$$\frac{1}{f_k} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \Rightarrow d = \frac{d' \cdot f_k}{d' - f_m} = 12,5 \text{ (cm)}.$$

**Bài 2:** Một người đứng tuổi nhìn rõ được các vật ở xa. Muốn nhìn rõ vật gần nhất cách mắt 27 cm thì phải đeo kính có độ tụ + 2,5 dp cách mắt 2 cm.

- a) Xác định các điểm cực cận và cực viễn của mắt.
- b) Nếu đeo kính sát mắt thì có thể nhìn rõ các vật trong khoảng nào?

##### **Bài giải:**

- a) Điểm cực viễn  $C_V$  ở vô cực.

$$\text{Ta có } f_K = \frac{1}{D_K} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \text{ (m)} = 40 \text{ (cm)}.$$

Khi đeo kính ta có  $d = OC_{CK} - l = 27 - 2 = 25 \text{ cm}$ .

$$d' = \frac{d \cdot f_K}{d - f_K} = \frac{25 \cdot 40}{25 - 40} = -66,7 \text{ (cm)}.$$

$$\text{Mà } d' = -OC_C + l$$

$$\Rightarrow OC_C = -d' + l = 66,7 + 2 = 68,7 \text{ cm}.$$

b) Đeo kính sát mắt

Khoảng cực viễn của mắt khi đeo kính là  $OC_{VK} = f_K = 40 \text{ cm}$ .

$$\text{Khoảng cực cận của mắt khi đeo kính là } OC_{CK} = \frac{-OC_C \cdot f_K}{-OC_C - f_K} = 25,3 \text{ cm}.$$