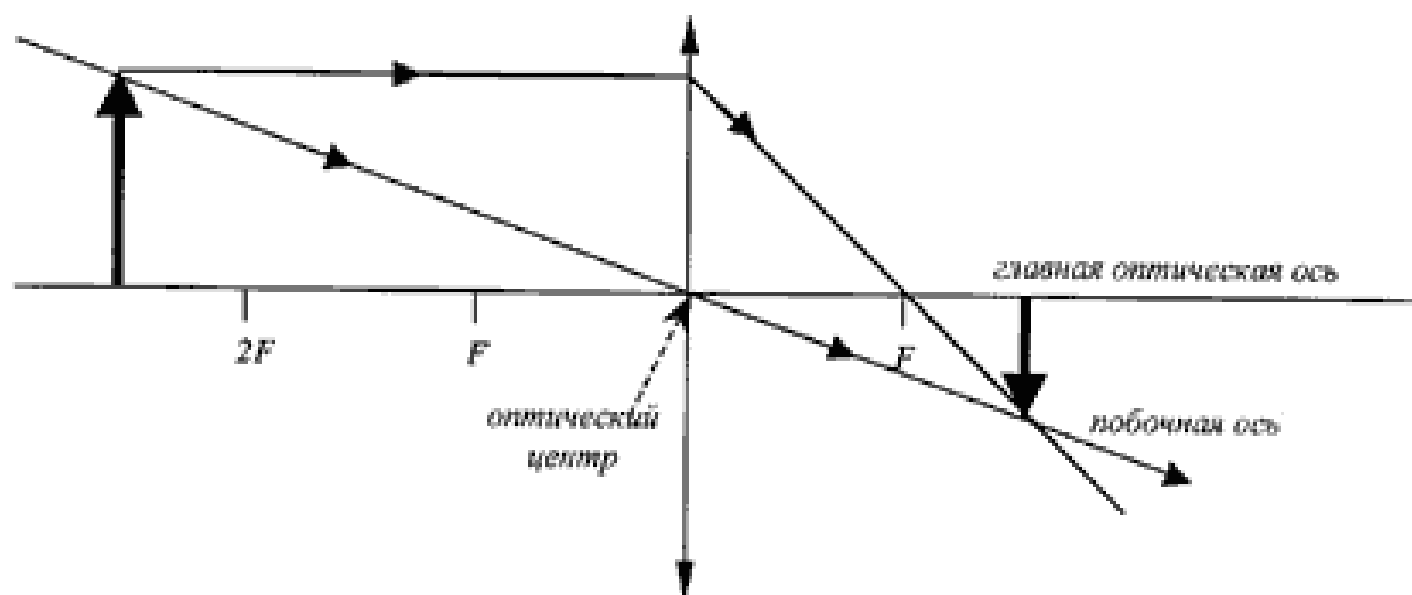
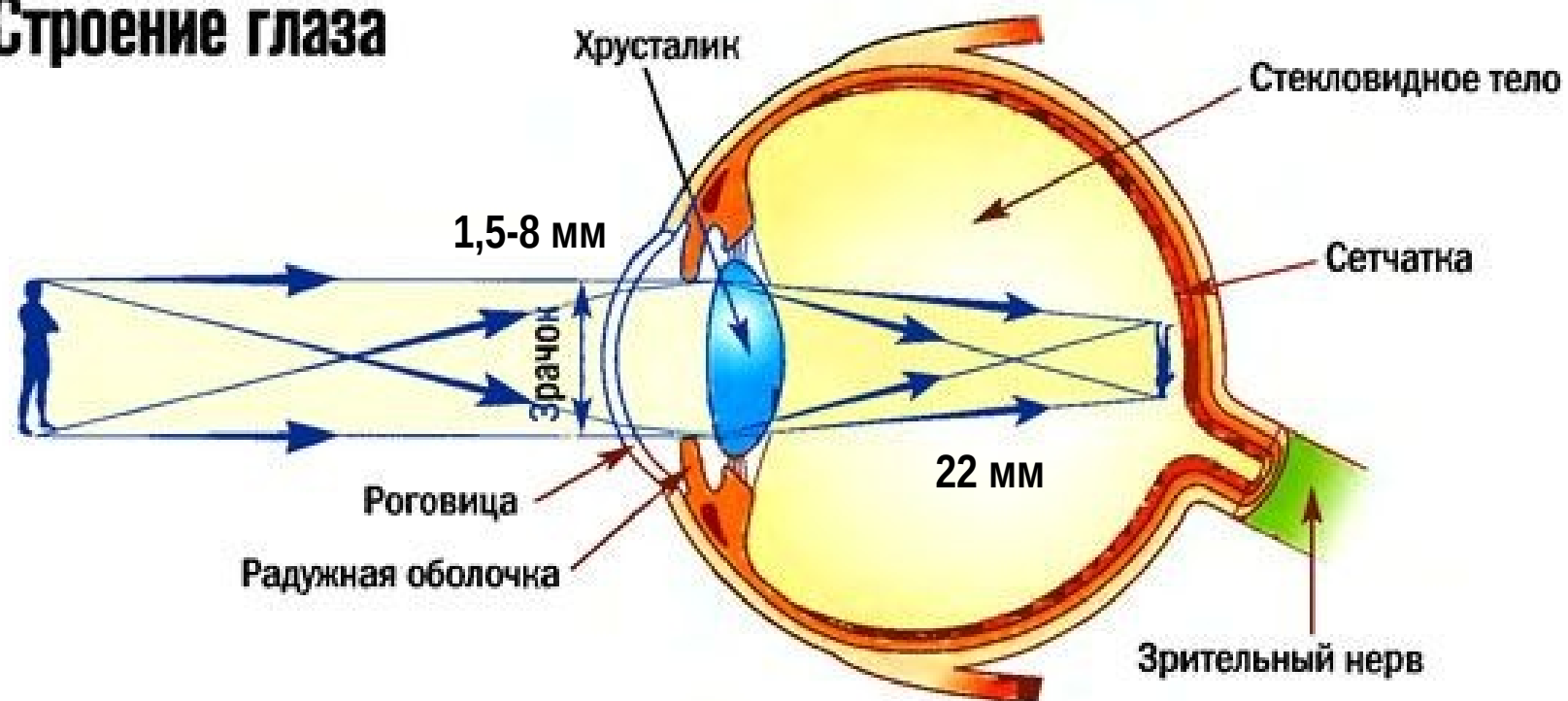


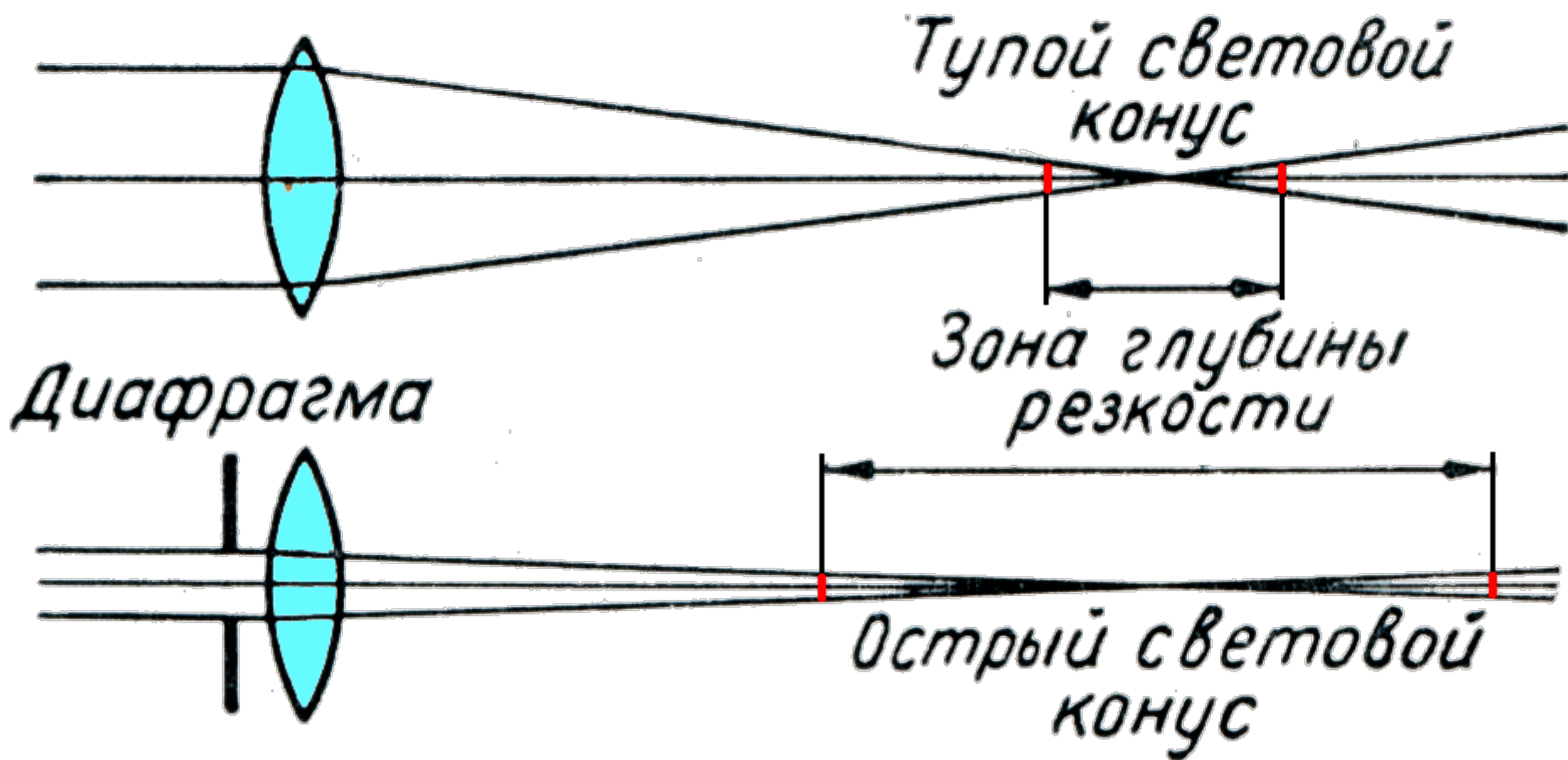


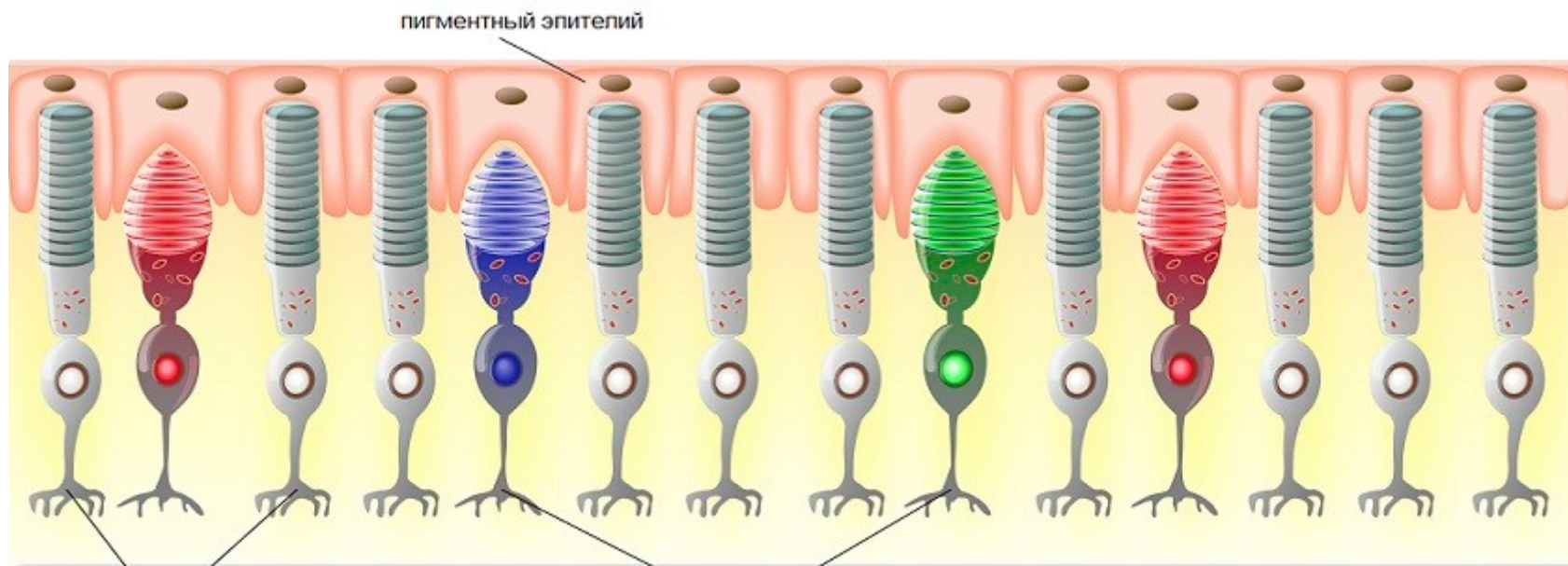
**Глаз — как оптический приемник**

# Строение глаза



## Влияние диафрагмы на глубину резкости





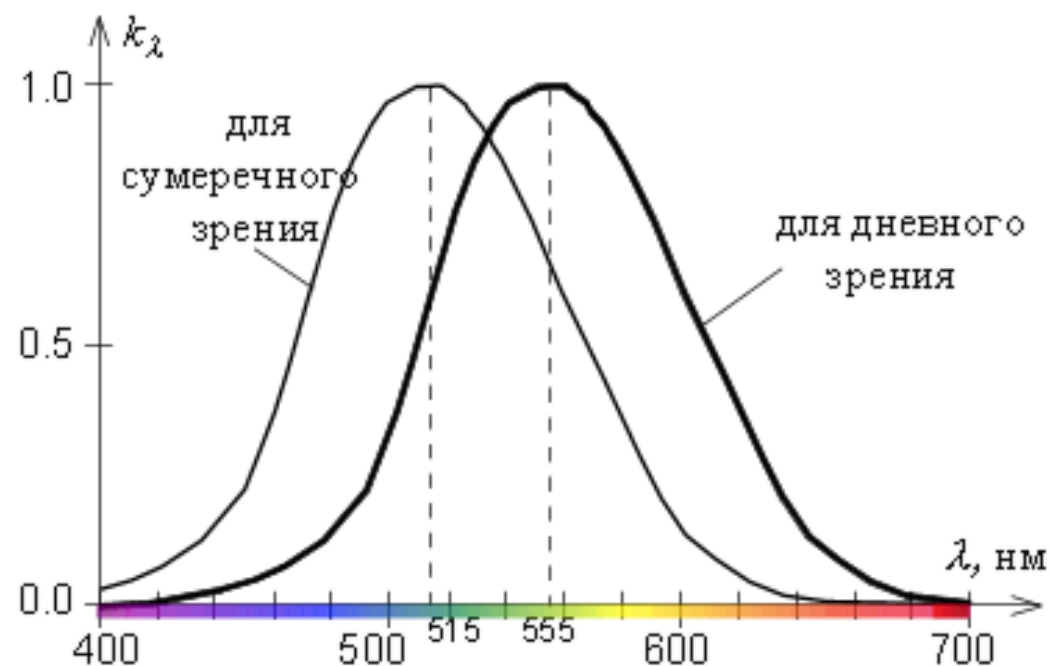
Эквивалент 130 Мпикс

палочки  
 >100 млн шт  
 Ночное зрение

колбочки  
 5-10 млн шт  
 Дневное зрение

Освещенность от  
 Солнца 100000 лк  
 Звездного неба 0.0003 лк  
 9 порядков

Изменение диаметра зрачка:  
 От 1,5 до 8 мм →  $I_1/I_2=30 \sim 1.5$  порядка



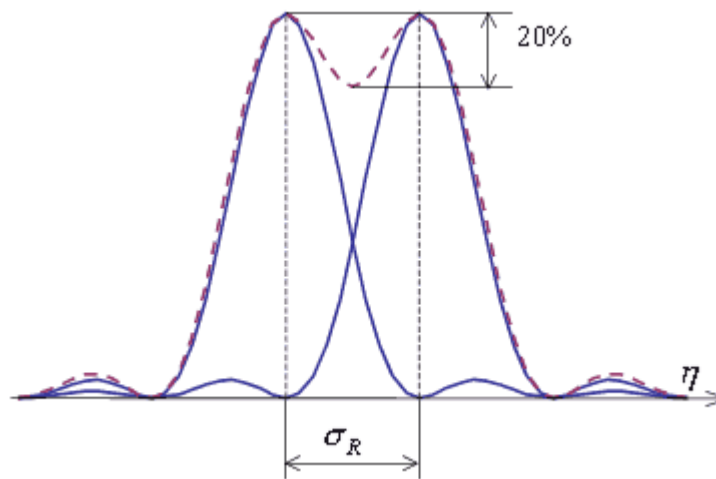
# Разрешающая способность глаза



(a)

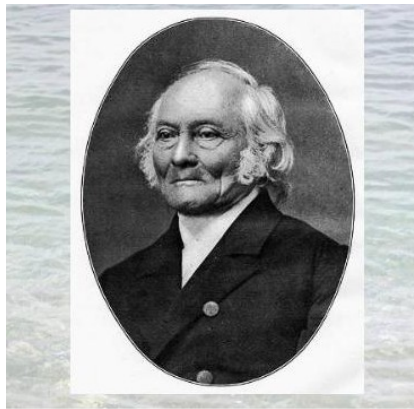
(b)

(c)



$$\frac{120}{D(mm)} = \frac{120}{6} = 20''$$

Физический предел 30''  
Реально около 1'

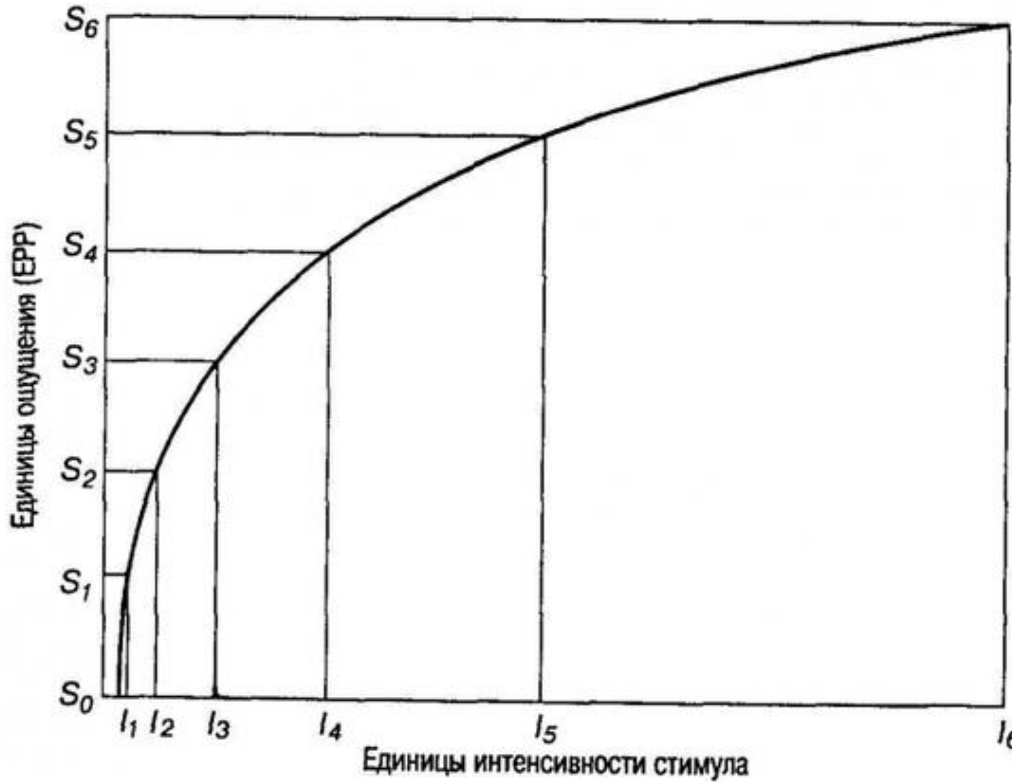


- Эрнст Вебер
- (Ernst Henrich Weber)
- 1795–1878

Легче заметить прибавление одной лампочки к пяти, чем к ста

$$dS = c \frac{dI}{I}$$

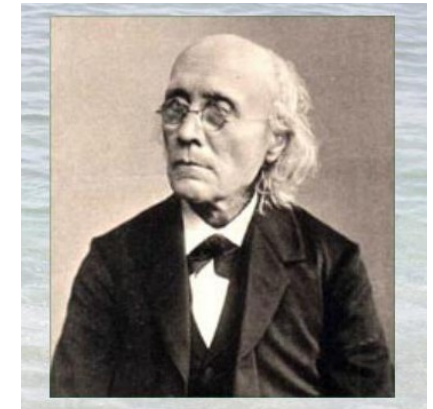
Арифметическая прогрессия



Геометрическая прогрессия

$$S - S_0 = c \lg \frac{I}{I_0} \longrightarrow$$

Контрастность дневного зрения 1:10 000  
Контрастность ночного зрения 1:1 000 000



- Густав Фехнер
- (Gustav Theodor Fechner)
- 1801–1887

$$S = c \lg I$$



Гиппарх  
(190-120 гг до Р.Х.)

Первый в Европе звездный каталог, содержащий данные о положении и яркости 850 звезд.

Введено понятие звездная величина:  
самые яркие  $1^m$ , самые слабые  $6^m$ .  
Уменьшение величины с увеличением яркости

Альмагест (140 г) со звездным каталогом — продолжением каталога Гиппарха. Данные о положении и яркости 1022 звезд.



Клавдий Птолемей  
(100-170 гг)

$$\frac{E(1^m)}{E(6^m)} \approx 100$$

$$c = \frac{\Delta S}{\lg \frac{E_1}{E_6}} = \frac{-5}{2} = -2.5$$

Визуальная звездная величина

$$m - m_0 = -2.5 \lg \frac{E}{E_0}$$

Солнце	-26.8 <sup>m</sup>
Луна	-12.7 <sup>m</sup>
Сириус	-1.46 <sup>m</sup>
Канопус	-0.74 <sup>m</sup>
Арктур	-0.05 <sup>m</sup>
Вега	+0.03 <sup>m</sup>

# Шкала визуальных звездных величин

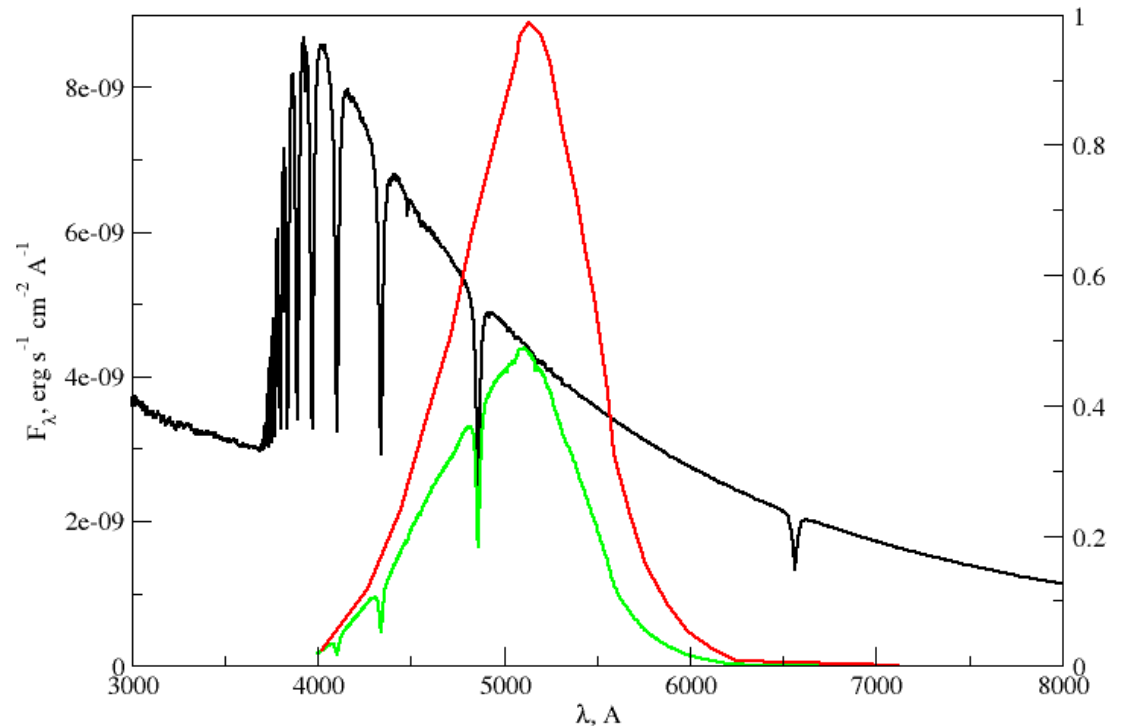
$$m - m_0 = -2.5 \lg \frac{E}{E_0}$$

Откуда взять нуль-пункт ?

Вега — самая яркая звезда северного неба (после Арктура ●)

$$m_{\text{vega}} = 0^m$$

$$E_{\text{vega}} \approx 4 \times 10^{-6} \text{ эрг/с/см}^2 \approx 1\,000\,000 \text{ фотонов}$$





# Пределная чувствительность глаза

Экспериментально установлено, что адаптированный к темноте глаз начинает различать источник света с  $\sim 100-200$  фотонами в секунду.

В идеале мы могли бы видеть звезды:  $2.5 \lg 1000000/100 = 10^m$   
Реально 6-7<sup>m</sup>

## Вычисление звездной величины двух звезд

Известны звездные величины двух звезд  $m_1$   $m_2$ .

Какова будет звездная величина двойной системы?

! Внимание складываются потоки, а не звездные величины

$$E_1 = 10^{-0.4m_1} \quad E_2 = 10^{-0.4m_2} \quad E = E_1 + E_2$$

$$m = -2.5 \lg E = -2.5 \lg(10^{-0.4m_1} + 10^{-0.4m_2})$$

В случае  $N$  звезд одинакового блеска:  $m = m_0 - 2.5 \lg N$

В ШС видно около  $10^4$  звезд.  $m=5^m$ . Отсюда для отдельных звезд  $m_0=15^m$

## Поверхностная звездная величина

Блеск определенной площади на небесной сфере. Обычно 1 кв.секунды.

В лучшем астроклимате яркость ночного неба 22 м/кв.сек.

→ 5.2 м/кв.градуса

→ -5.5m со всего неба или  $6 \cdot 10^{-4}$  эрг/с/см<sup>2</sup> — свет стандартной свечи на расстоянии 14 метров

Для туманности площади  $S$  с постоянной поверхностной яркостью  $B$ :

$$m = B - 2.5 \lg S$$

### NGC7293 (Улитка)

d=12'x22'

m=7,6<sup>m</sup> B=22 м/кв.сек

### M27 (Гантель)

d=8'x6'

m=7.4<sup>m</sup> B=21 м/кв.сек

### M57 (Кольцо)

d=1.5'x1'

m=8.8<sup>m</sup> B=18 м/кв.сек



## Зависимость звездной величины от расстояния

$$\frac{E_1}{E_2} \sim \left( \frac{R_1}{R_2} \right)^{-2}$$

$$m_1 - m_2 = -5 \lg \left( \frac{R_1}{R_2} \right)$$

При  $R=10$  пк  $m=M$  — абсолютная видимая звездная величина

Модуль расстояния:

$$m - M = 5 - 5 \lg R = 5 + 5 \lg \pi$$

$$m = M + 5 - 5 \lg R = M + 5 + 5 \lg \pi$$