

# Астрономические задачи и их решение

**Кузнецов Михаил Владимирович**  
сотрудник отдела изучения Галактики и переменных  
звезд ГАИШ МГУ им. М.В. Ломоносова,  
Руководитель астрономического кружка им. Е.П.

# Астрономия и ее «особенности»

- Наука наблюдений
- Путь полный ошибок
- Великое многообразие явлений
- Машина времени

# «Задачи» вокруг нас

- Алгебра
- Геометрия
- Физика
- Астрономия
- Логика

- Понимание явления
- Математическое моделирование
- Выделение этапов решения
- **Окончательный ответ**

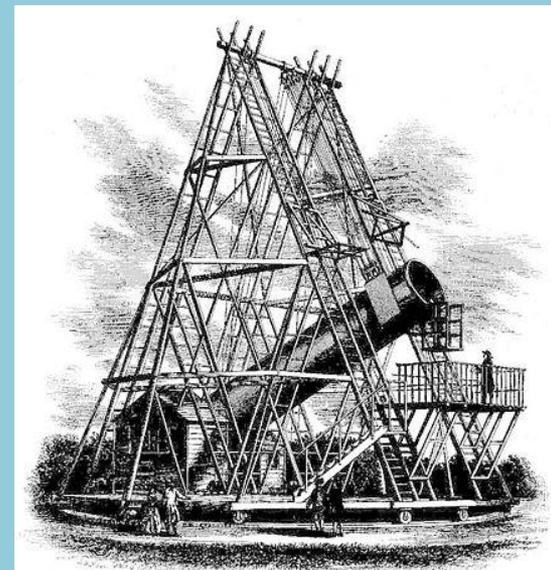
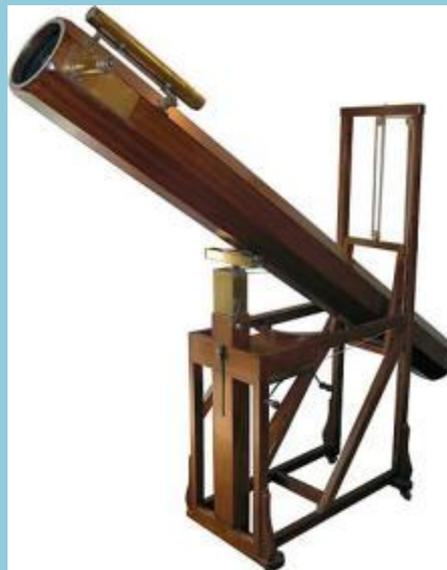
# Самое «сложное»

- Как?
- Почему?
- Когда?
- В результате чего?

# Уильям Гершель

(15.11.1738-25.08.1822)

- Брат Каролины Гершель, отец Джона Гершеля.
- Планета Уран — произошло 13 марта 1781 года.
- Спутники Сатурна Мимас и Энцелад (1789).
- Спутники Урана Титанию и Оберон.
- Ввел термин «астероид»
- Движение Солнечной системы в сторону созвездия Геркулеса.
- Инфракрасного излучения.
- Менее известен двадцатью четырьмя симфониями, автором которых он является.

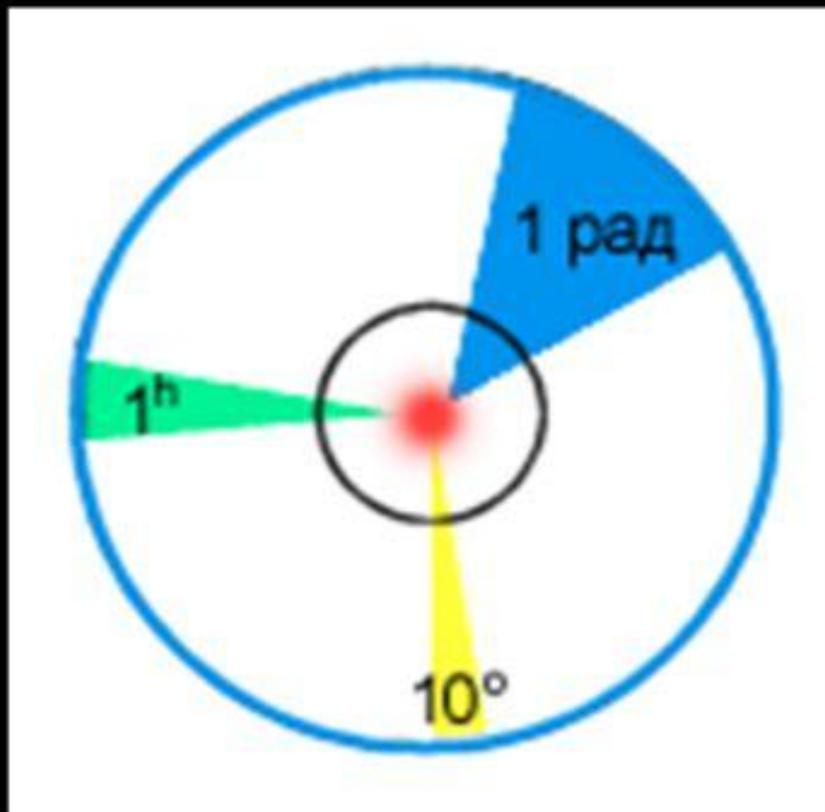


NGC2683 открыта

05.02.1788

На небесной сфере рассматривают лишь угловые расстояния.

**Угловое расстояние** между двумя точками сферы – это угол между лучами, исходящими в направлении двух этих точек из глаза наблюдателя.



Один радиан, десять градусов и один час

Приняты следующие единицы угловых расстояний:

**радиан** – центральный угол, соответствующий дуге, длина которой равна ее радиусу. В 1 радиане  $57^{\circ}17'45''$ .

**градус** – центральный угол, соответствующий  $1/360$  части окружности. Один дуговой градус  $1^{\circ} = 60'$ , одна дуговая минута  $1' = 60''$ ;

**час** – центральный угол, соответствующий  $1/24$  части окружности.  
 $1\text{h} = 15^{\circ}$ ,  $1\text{h} = 60\text{m}$ ,  $1\text{m} = 60\text{s}$ .

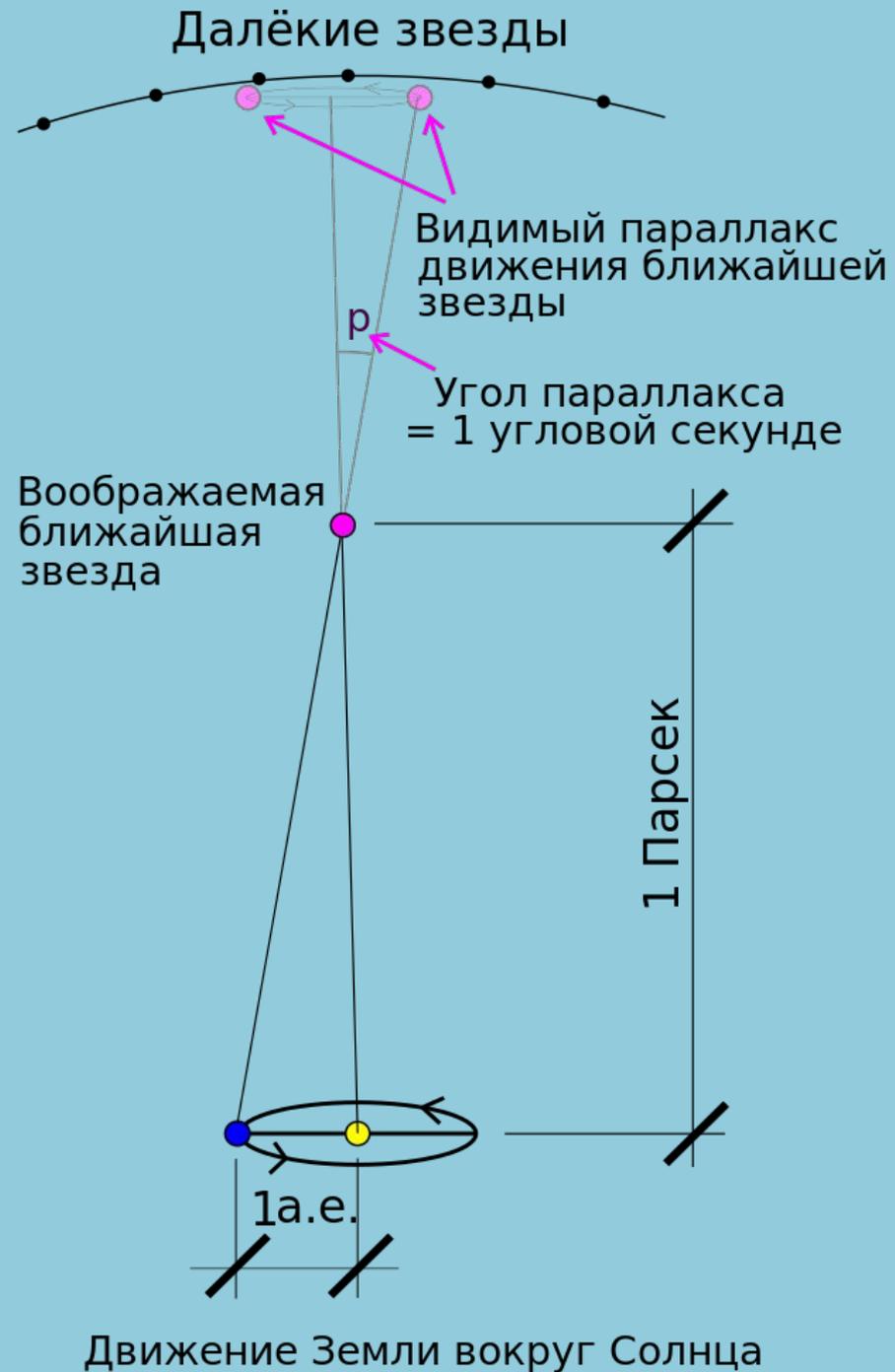
1 минута в часовой мере равна 15 дуговым минутам, 1 секунда в часовой мере равна 15 дуговым секундам:  $1\text{m} = 15'$ ,  $1\text{s} = 15''$ .

# Угловые размеры

$$\alpha = \frac{D}{L} \cdot 206265''$$

$$r = \frac{1}{\pi''}$$

- Угол под которым видно светило
- Параллакс



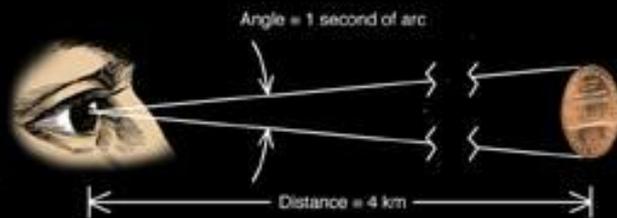
1°

5°

10°

15°

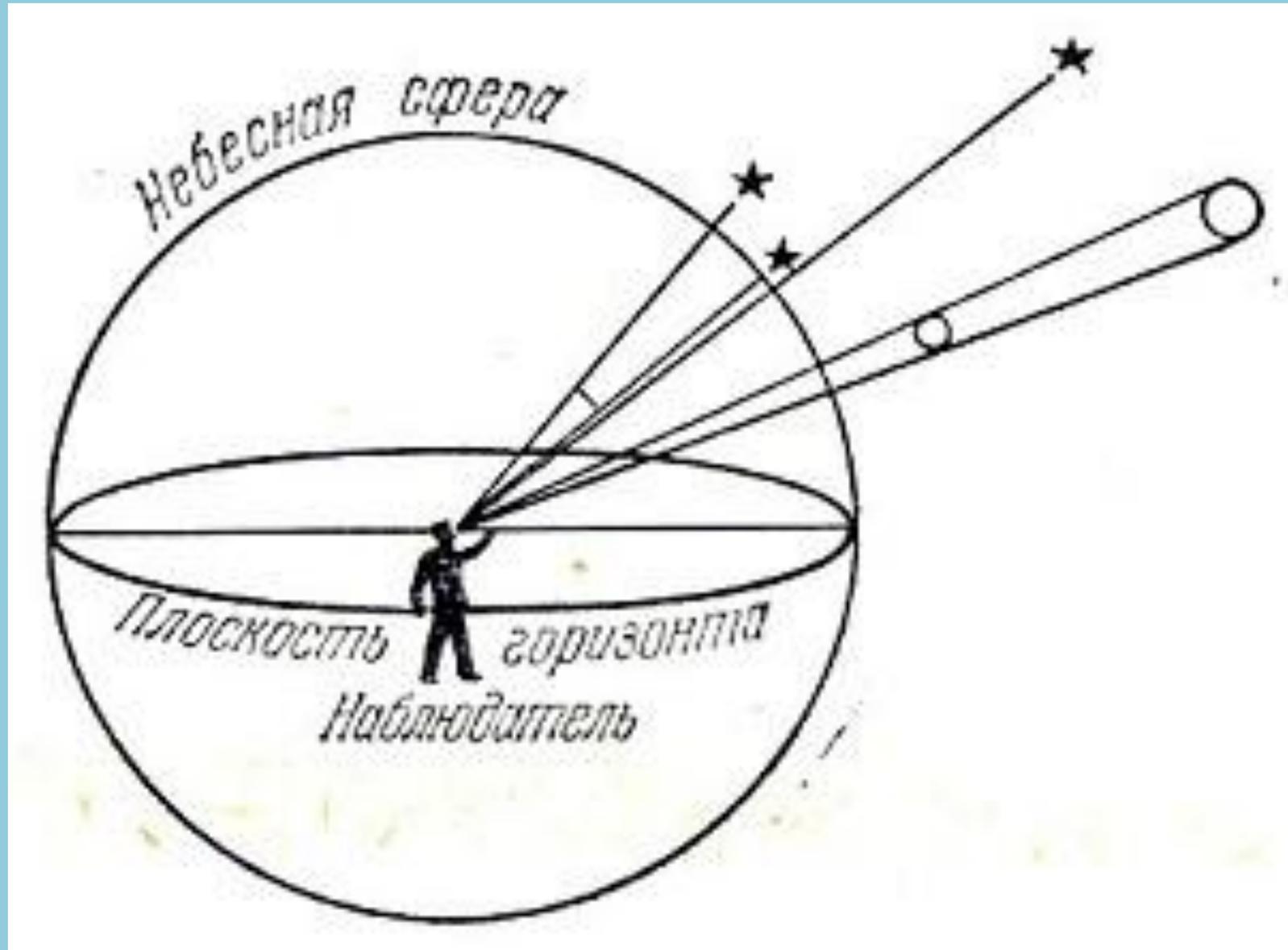
25°



# Вопросы

- На каких планетах Солнечной системы человек видел бы Солнце как звезду, т.е. как яркую точку?
- Можно ли с Марса увидеть диск Юпитера невооруженным глазом?
- Видна ли на небе Марса Луна отдельно от Земли?
- Каков угловой размер Юпитера на небе спутника Ио?

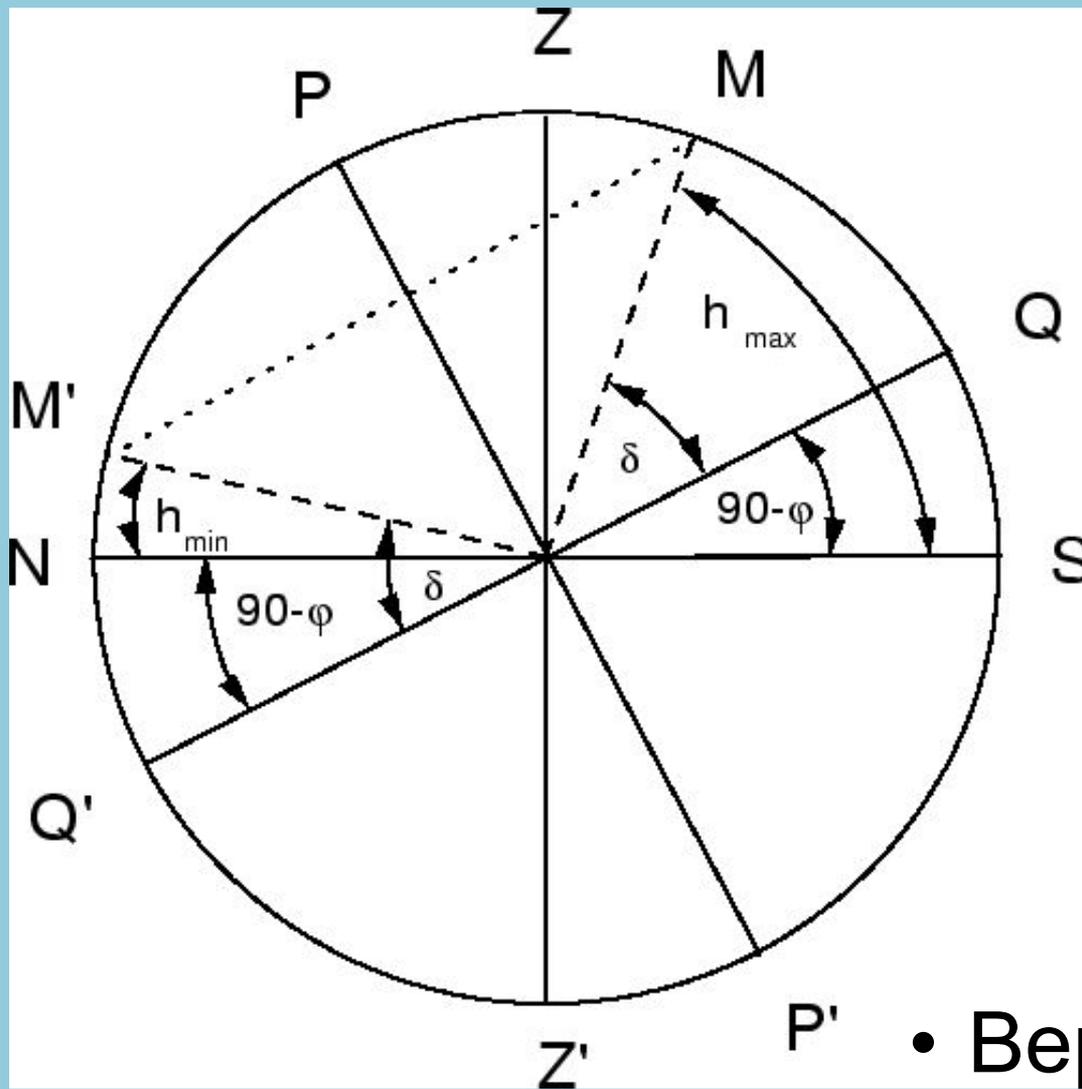
# Небесная сфера



# Большие и малые круги



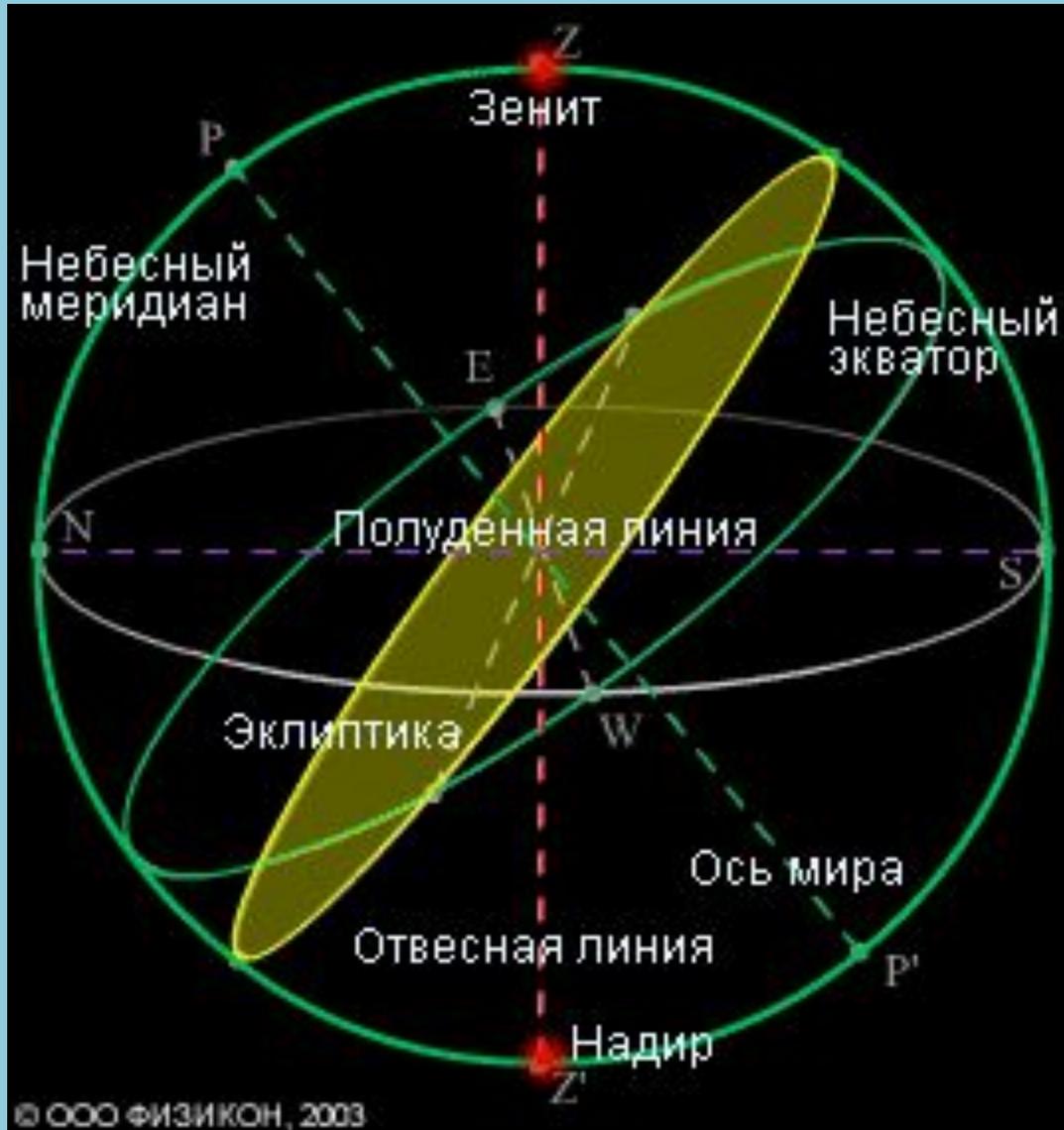
- Горизонт
- Меридиан
- Первый вертикал
- Небесный экватор
- Эклиптика
- Акульмаконтарат
- Склонение
- Полярное расстояние
- Зенитное расстояние



## Кульминации светил

- Верхняя кульминация
- Нижняя кульминация

# Эклиптика, Солнце и Луна



- Движение Солнца
- Угловая скорость движения Солнца
- Движение Луны
- Угловая скорость движения Луны

# Вопросы

- Светила с каким склонением никогда не заходят и никогда не восходят на широте Москвы?
- Какова продолжительность Солнечного затмения от момента начала частного затмения до его окончания?
- На какую наибольшую высоту и когда может подниматься полная Луна в Москве?



# Задачи на звездное небо

- Отождествление
- Характерные объекты
- Типы снимков

# Фотографии

- Определение времени
- Положение Солнца
- Положение Луны
- Положение планет.
- Широта места











# Основные ориентиры



# Основные ориентиры



- Полезные яркие звезды
- Известные объекты
- Планеты
- Луна и фазы Луны

# Зодиакальные созвездия

| Название  | с     | до    | Особые точки              | Примечание                      |
|-----------|-------|-------|---------------------------|---------------------------------|
| Рыбы      | 13.03 | 18.04 | Весеннее<br>равноденствие | Кит – 27.03                     |
| Овен      | 19.04 | 13.05 |                           |                                 |
| Телец     | 14.05 | 20.06 |                           | Млечный Путь, Плеяды<br>и Гиады |
| Близнецы  | 21.06 | 20.07 | Летнее солнцестояние      | Млечный Путь                    |
| Рак       | 21.07 | 09.08 |                           | М44                             |
| Лев       | 10.08 | 16.09 |                           |                                 |
| Дева      | 17.09 | 30.10 | Осеннее<br>равноденствие  |                                 |
| Весы      | 31.10 | 22.11 |                           |                                 |
| Скорпион  | 23.11 | 29.11 |                           | Млечный Путь, М4                |
| Змееносец | 30.11 | 18.12 |                           | Млечный Путь                    |
| Стрелец   | 19.12 | 20.01 | Зимнее солнцестояние      | Млечный Путь, М8, М20           |
| Козерожек | 21.01 | 17.02 |                           |                                 |

# Млечный путь и созвездия

- Где проходит Галактический экватор:  
Стрелец, Змея, Щит, Орел, Стрела, Лисичка, Лебедь, Цефей, Кассиопея, Жираф, Персей, Возничий, Телец, Близнецы, Орион, Единорог, Большой пес, Корма, Паруса, Киль, Центавр, Южный крест, Циркуль, Наугольник, Жертвенник, Скорпион, Змееносец.

# Млечный путь и созвездия

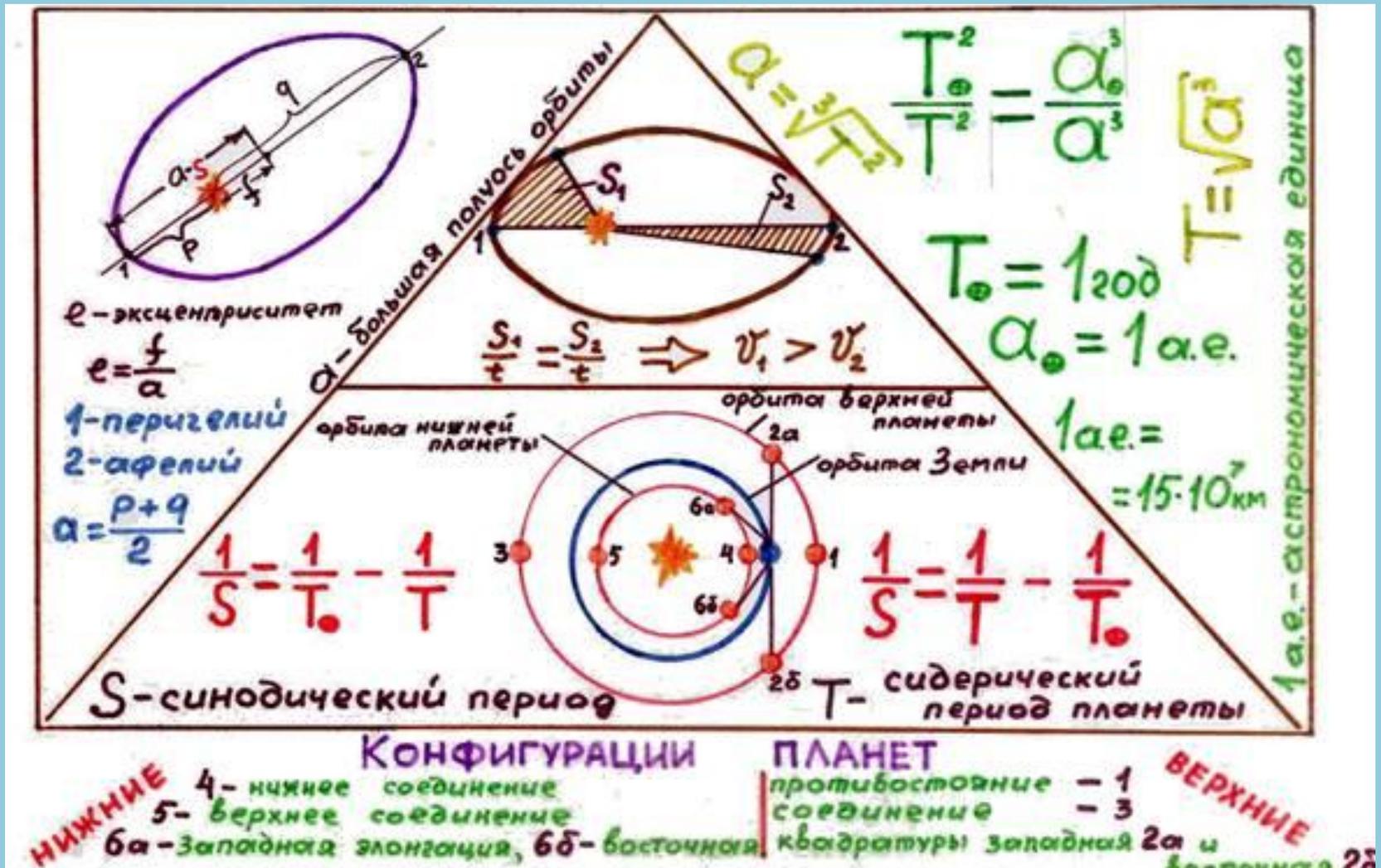
- Помимо указанных созвездий Млечный путь есть в: Геркулес, Дельфин, Лира, Ящерица, Андромеда, Малый Пес, Компас, Муха, Южный треугольник, Волк, Телескоп, Южная корона.
- Северный полюс Галактики: - 31 Волос Вероники
- Южный полюс Галактики: -  $\alpha$  Скульптора
- Центр Галактики: - 2 Стрельца
- Антицентр Галактики: - 136 Тельца на границе с Возничим
- Северный полюс эклиптики: -  $\omega$  Дракона
- Южный полюс эклиптики: -  $\delta$  Золотой рыбы

# Положения планет





# Астрономические законы



- Синодический и сидерический периоды
- Законы Кеплера

# Задачи на положения планет

- На какой угол может удаляться планета Венера на небе Марса от Солнца? А Земля?
- Каково минимальное расстояние между Землей и планетой, если ее синодический период втрое больше сидерического?
- В один день Венера оказалась в наибольшей восточной элонгации при наблюдении с Земли и в наибольшей западной элонгации – при наблюдении с Марса. Найдите видимый угловой диаметр Марса при наблюдении с Земли в этот день. Орбиты всех планет считать круговыми.





# Звездная величина

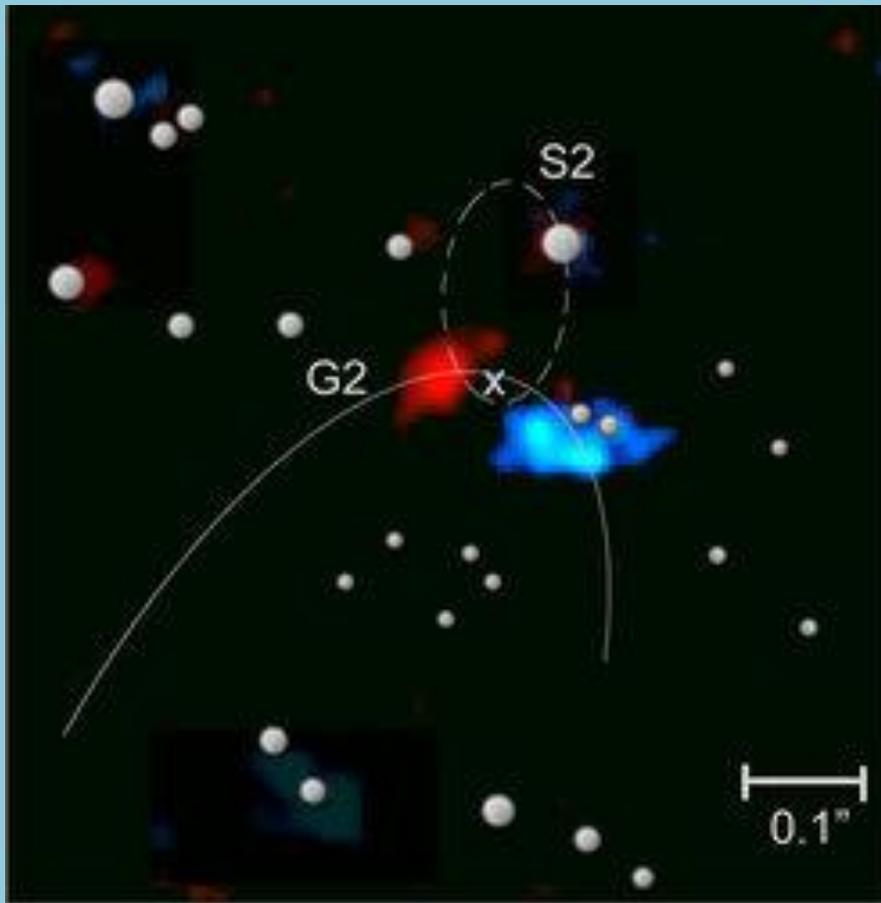
- Яркость и расстояние
- Формула Погсона
- Абсолютная звездная величина
- Предельная звездная величина

| Разница в зв. величинах | Разы |
|-------------------------|------|
| 1                       | 2.5  |
| 2                       | 6.25 |
| 3                       | 16   |
| 4                       | 40   |
| 5                       | 100  |

# Задачи на звездные величины

- Звезды какой звездной величины можно увидеть в окуляр 6м телескопа?
- А если заменить глаз на ПЗС – камеру цифрового фотоаппарата, чувствительность которой в 9 раз лучше чем у глаза?
- С какого расстояния в такой телескоп можно разглядеть звезду похожую на наше Солнце (абсолютная звездная величина  $+4,8m$ )

# Масса черной дыры



- Оцените массу черной дыры находящейся в центре Млечного Пути, если расстояние до центра 8 кпк, а период обращения объекта S2 – 25 лет. Так же известно, что его орбита лежит в картинной плоскости.

# Полная масса Млечного Пути

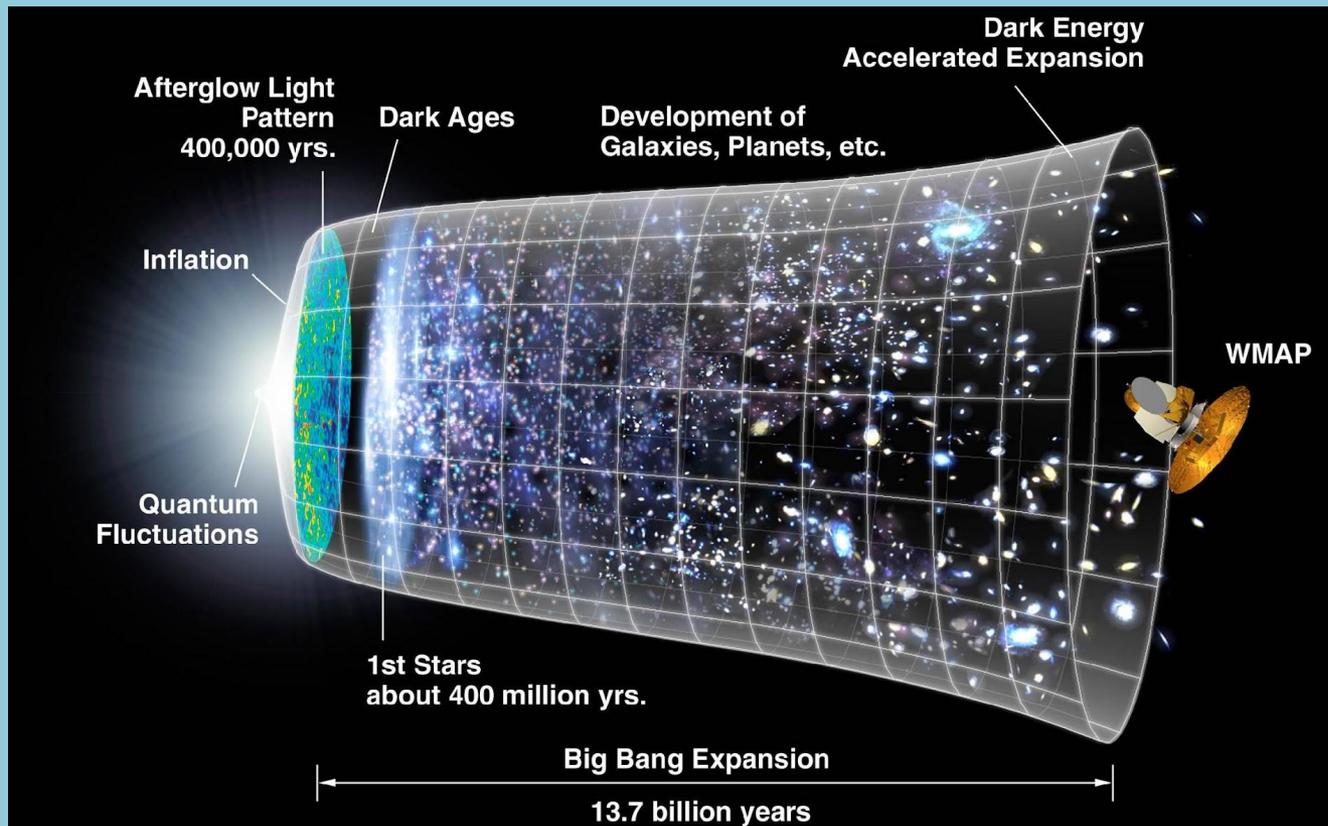
Оцените полную массу нашей Галактики, считая ее диском равномерно заполненным звездами, если Солнце делает один оборот вокруг центра за 250 млн. лет, и находится в 30000 св.годах, на расстоянии  $\frac{2}{3}$  радиуса.

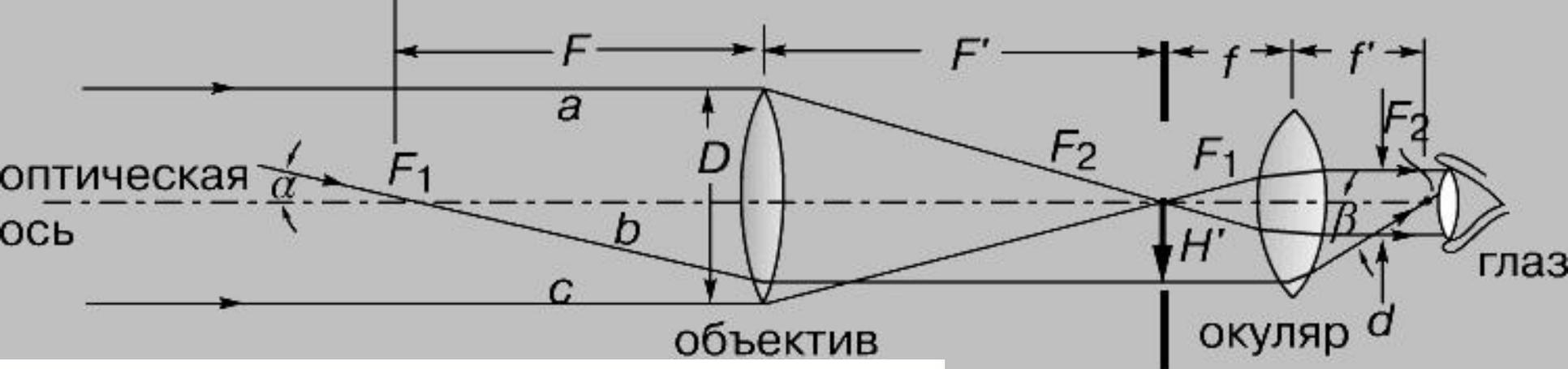
# Среднее расстояние между звездами в Галактике

Известно, что туманность «Андромеды» имеет суммарную звездную величину  $+3,8^m$ , и видимая под углом в  $3^\circ$  на небе по большой оси. Предполагая, что это спиральная галактика с отношением толщины к диаметру 0.005, состоящая целиком из звезд типа нашего Солнца распределенных в ней равномерно, оцените среднее расстояние между звездами.

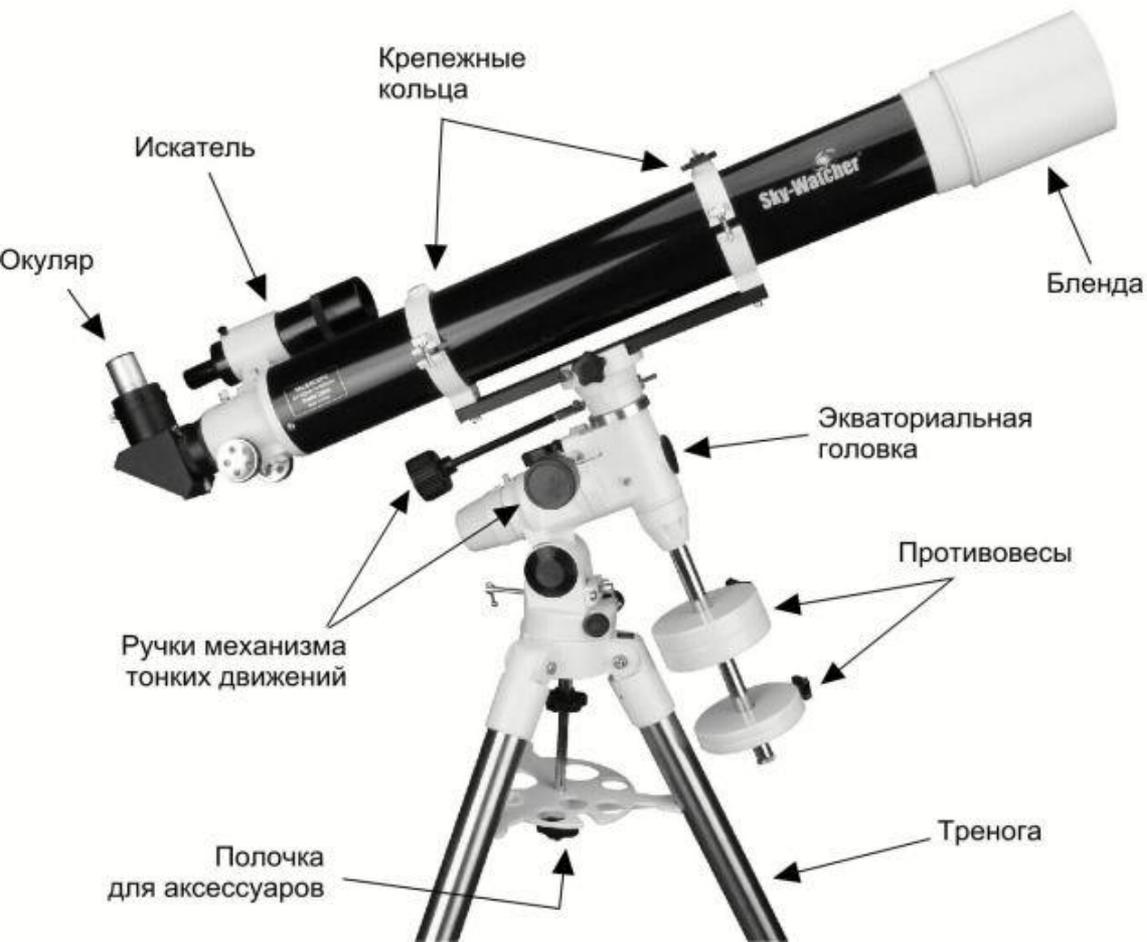
# Возраст Вселенной

- Нам известно, что постоянная Хаббла равна 72 км/сек на Мпк. Каков возраст Вселенной?





полевая  
диафрагма



# Телескоп

- Проницающая способность
- Разрешение телескопа
- Увеличение
- Масштаб изображения

# Астрофотография





# Задачи по теме «Астрофотография»

- Какова должна быть выдержка для съемки на цифровом фотоаппарате с чувствительностью 3200 ИСО, чтобы получить звезды  $15^m$ , если на пленочный фотоаппарат с пленкой чувствительностью 400 ИСО, выдержка составляла 20 минут и на снимках были видны звезды до  $13^m$ ?
- Сколько необходимо снимков с 135 мм объективом на камеру 20ммx15мм, чтобы перекрыть все небо с экватора Земли? С широты  $\varphi=45^\circ$ ?
- Какова должна быть выдержка при съемке неподвижной камерой с разрешением 2048x1556 пикселей, если размер камеры составляет 20ммx15мм, а фокус объектива 50 мм.

# Список литературы

- Сурдин В.Г. «Астрономические задачи», 1995
- Сурдин В.Г. «Астрономические задачи с решениями», 2014
- Гаврилов М.Г. «Звездный мир», 1998
- Угольников О.С. Задачи Московской Астрономической олимпиады 1997-2002, 2001
- Угольников О.С. Задачи Московской Астрономической олимпиады 2003-2005 , 2005
- М.В.Кузнецов, Н.Ю. Подорванюк и О.С. Угольников. и др. Задачи Московской Астрономической олимпиады 2006-2015, 2015
- Воронцов-Вельяминов Б.А. «Сборник задач и практических упражнений по астрономии», 1974

# Астрономические олимпиады

- Санкт-Петербургская астрономическая олимпиада - <http://school.astro.spbu.ru/?q=ext>
- Московская астрономическая олимпиада - <http://mosastro.olimpiada.ru/>
- Всероссийская олимпиада школьников по астрономии – [www.astroolymp.ru](http://www.astroolymp.ru)

2011-12-29  
00:29:32  
47.8607s

Спасибо за  
внимание

000369382