

1. ВВЕДЕНИЕ

Астрономия как наука

Перед тем как приступить к изучению астрономии, необходимо узнать, чем занимается эта наука, а также целесообразно составить предварительное представление о месте астрономии в системе других наук и ее роли в цивилизационном развитии общества.

АСТРОНОМИЯ- («астрономия» происходит от двух греческих слов «астрон» – звезда, светило и «номос» – закон) – наука о Вселенной, изучающая движение, строение, происхождение и развитие небесных тел и их систем.

Астрономия как наука

Астрономия изучает :



Астрономия как наука

Исследуя строение и развитие небесных тел, их положение и движение в пространстве, астрономия в конечном итоге дает нам представление о строении и развитии Вселенной в целом. Другими словами, астрономия изучает космические объекты, космические явления и космические процессы.

ВСЕЛЕННАЯ – это весь окружающий мир, изучением которого занимаются помимо астрономии различные естественные науки: физика, химия, биология и др. Все они тесно связаны с астрономией и между собой. У каждой науки – своя цель, задачи, объекты познания, область использования, методы и инструменты исследования.

Астрономия как наука

КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ – это космические тела и космические системы.

КОСМИЧЕСКИЕ ТЕЛА – это все физические тела, которые являются структурными элементами Вселенной. Основные типы космических тел - планетные тела, звезды, туманности и космическая среда. Астрономия изучает их основные физические характеристики, происхождение, строение, состав, движение и эволюцию.

КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ состоят из космических тел. Космические тела в космических системах обычно имеют общее происхождение (образуются в одно и то же время в одном и том же месте), взаимосвязаны силами тяготения и электромагнитными полями и перемещаются в пространстве как единое целое. В число основных типов космических систем входят планетные и звездные системы, галактики и вся Вселенная.

Астрономия как наука

КОСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ – это физические явления, возникающие при взаимодействии космических тел и протекании космических процессов. Примерами космических явлений можно назвать существование спутников у массивных космических тел, движение планет, солнечную активность и т.д.

КОСМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ представляют собой совокупности физических процессов, лежащих в основе возникновения, существования и развития космических объектов. Примерами космических процессов можно назвать образование, существование и эволюцию звезд, планет, галактик и всей Вселенной.

Особенности астрономических методов исследования

При изучении небесных тел астрономия ставит перед собой три основные задачи, требующие последовательного решения:

1. Изучение видимых, а затем действительных положений и движений небесных тел в пространстве, определение их размеров и формы

РЕШАЕТСЯ путем длительных наблюдений, начатых еще в глубокой древности, а также на основе законов механики, известных уже около 300 лет. Поэтому в области астрономии мы располагаем наиболее богатой информацией, особенно о небесных телах, сравнительно близких к Земле.

Особенности астрономических методов исследования

2. Изучение физического строения небесных тел, т.е. исследование химического состава и физических условий (плотности, температуры и т.д.) на поверхности и в недрах небесных тел

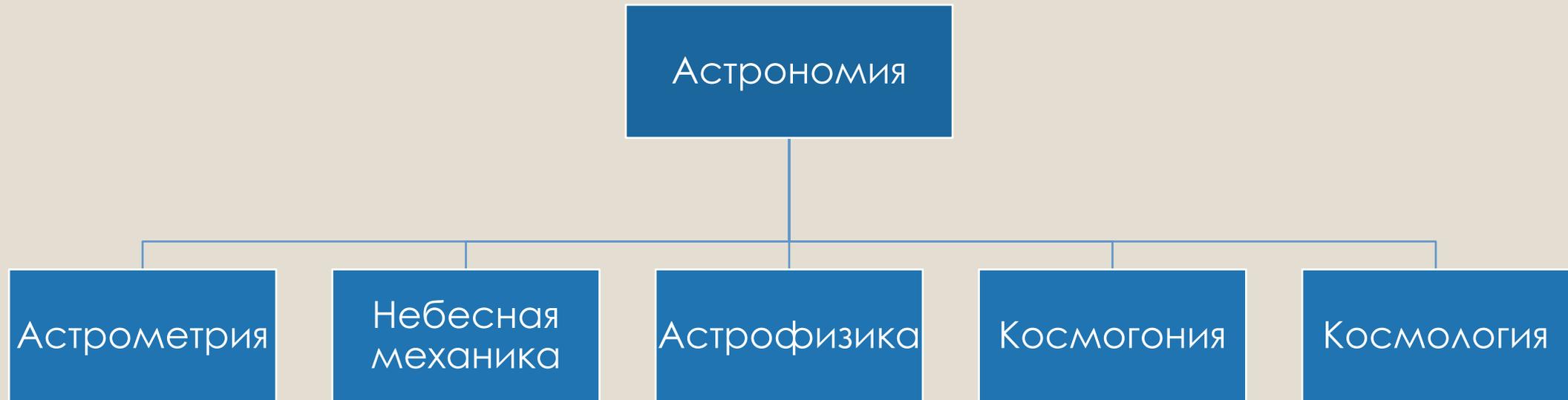
РЕШЕНИЕ некоторых вопросов, относящихся ко второй задаче, впервые стало возможным немногим более 100 лет назад, а основных проблем – лишь в последние годы. Поэтому о физическом строении небесных тел мы знаем гораздо меньше.

Особенности астрономических методов исследования

3. Решение проблем происхождения и развития, т.е. возможного дальнейшего существования отдельных небесных тел и их систем.

Для РЕШЕНИЯ ее проблем накопленного наблюдаемого материала пока еще не достаточно, и наши знания в этой области ограничиваются только общими соображениями и рядом более или менее правдоподобных гипотез.

Основные разделы астрономии



Основные разделы астрономии

АСТРОМЕТРИЯ :

- изучает положение, видимое и истинное движение небесных светил с составлением звездных карт и каталогов;
- занимается определением фундаментальных астрономических постоянных;
- решает задачи, связанные с основами измерения и счета времени, вычислением и составлением календарей;
- обеспечивает составление географических и топографических карт

Основные разделы астрономии

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА исследует движение космических объектов под действием сил гравитации с учетом действия давления излучения, сопротивления среды, изменения массы и других факторов. Опираясь на данные астрометрии и законы классической физики, ученые вычисляют траектории и характеристики движения космических тел и их систем. Небесная механика является теоретической основой космонавтики.

АСТРОФИЗИКА собирает и исследует важнейшие физические характеристики и свойства космических объектов, процессов и явлений. Она подразделяется на многочисленные разделы: теоретическая и практическая астрофизика, физика планет (планетология и планетография), физика Солнца, физика звезд, внегалактическая астрофизика и т.д.

Основные разделы астрономии

КОСМОГОНИЯ изучает происхождение и развитие космических объектов и их систем.

КОСМОЛОГИЯ исследует происхождение, основные физические характеристики, свойства и эволюцию Вселенной. Ее теоретической основой являются современные физические теории, данные астрофизики и внегалактической астрономии.

Структура и масштабы Вселенной

Известная нам часть Вселенной образовалась в результате изменения энергетической плотности физического вакуума, сопровождавшегося выделением огромного количества энергии – по разным расчетам $1,0108$ до $1,088 \text{ кДж/см}^3$. Этот процесс получил название «Большой взрыв». По мнению современных ученых, он произошел примерно 15 млрд лет назад. Согласно расчетам ученых в момент начала Большого взрыва материя нашей части Вселенной была сосредоточена в точечном (или почти точечном) объеме и обладала бесконечно большой плотностью. Это состояние материи называется сингулярностью. Мы не имеем материальных свидетельств о происходивших в ту эпоху процессах. Существующие физические теории не могут описать материю в состоянии, близком к сингулярности. Предполагается, что свойства пространства и времени были тогда качественно иными: пространство имело 10-11 измерений, обладало сложной «дышащей», изменяющейся структурой, а время дробилось на мельчайшие неделимые «капли».

Через 100 с после Большого взрыва Метагалактика состояла на 70...75% из протонов, электронов и других частиц, на 25...30 % из ядер гелия и менее чем на 1 % из ядер более тяжелых элементов.

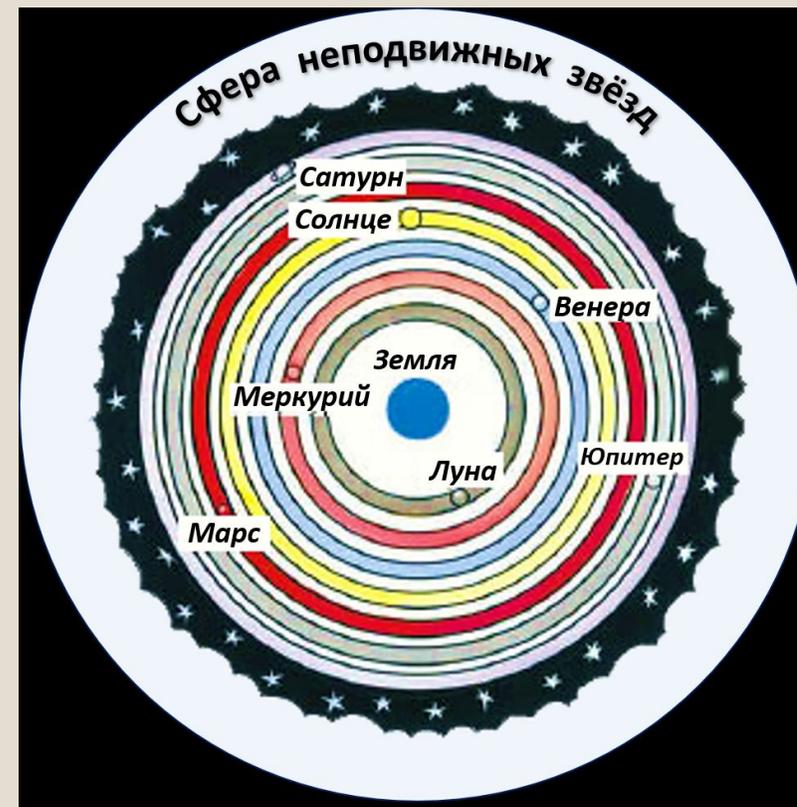
Эволюция взглядов человека на Вселенную

Система мира Аристотеля.

Аристотель – 384 – 322 гг. д.н.э.

Наша Вселенная имеет форму сферы. Вне Вселенной есть только «перводвигатель» - Бог. Он вращает эту сферу из совершенного вещества – эфира. На этой сфере зафиксированы звезды. Сфера звезд вовлекает во вращение другую эфирную сферу с прикрепленным к ней Сатурном, которая зацепляет сферу Юпитера и т.д. В центре Вселенной в волнах эфира покоится неподвижная Земля.

Аристотель полагал, что все небесные светила имеют божественную природу, поскольку для составляющего их элемента – эфира – характерно равномерное движение по окружности вокруг центра мира. Это движение является вечным.

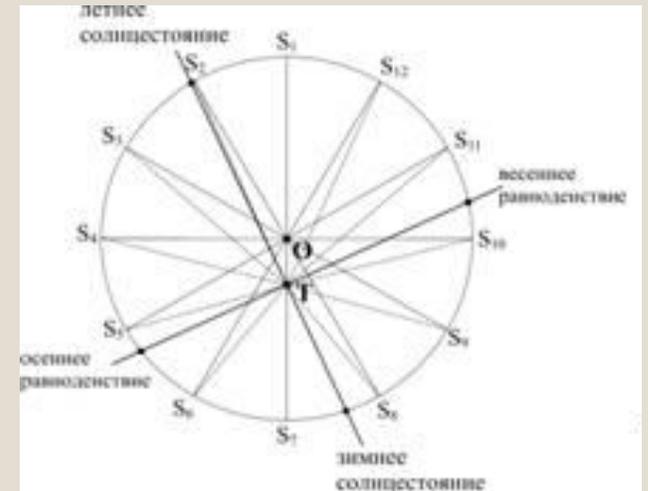


Эволюция взглядов человека на Вселенную

Система мира Гиппарха

Гиппарх Никейский - 190 – 120 гг.д.н.э

Как и предшественники считал, что сфера неподвижных звезд реально существует, т.е. расположенные на ней объекты находятся на одинаковом расстоянии от земли. Неодинаковую степень яркости объектов ученый объяснил различием их размеров: чем больше звезда, тем она ярче.



Эволюция взглядов человека на Вселенную

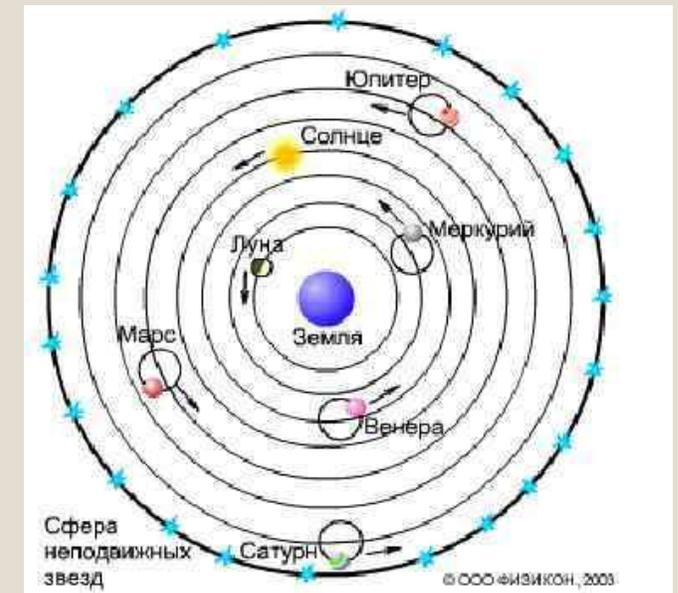
Система мира Птолемея- геоцентрическая система мира

Клавдий Птолемей – 100-165 гг.

Теория Птолемея опирается на следующих постулатах:

- шарообразность Земли
- колоссальная удаленность от сферы звезд
- равномерность и круговой характер движения небесных тел
- непожвижность Земли
- центральное положение Земли

Ученый предполагал, что вокруг неподвижной Земли находится окружность (деферент) с центром, несколько смещенным относительно центра Земли (эксцентрик). По деференту движется центр меньшей окружности – эпицикл – с угловой скоростью, постоянной по отношению к собственному центру деферента и не к самой Земле, а к точке расположенной симметрично центру деферента относительно Земли (эквант). Сама планета в системе движется равномерно по эпициклу.



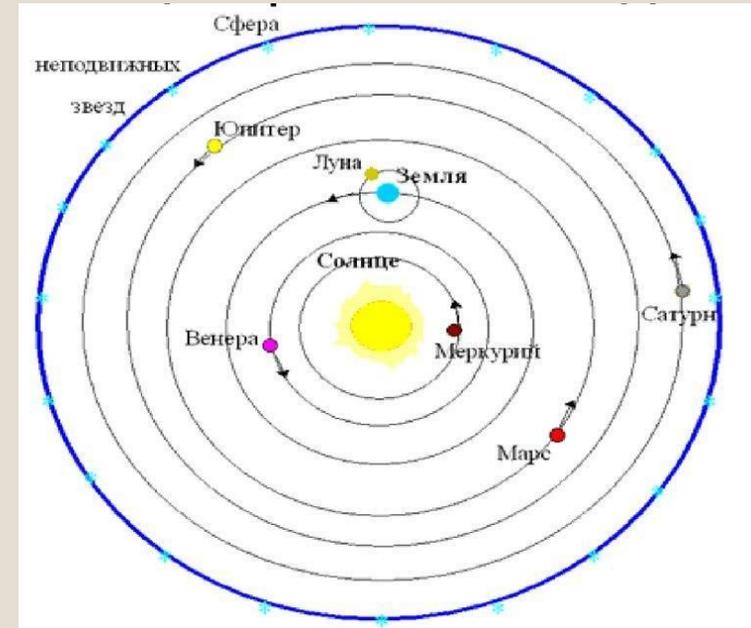
Эволюция взглядов человека на Вселенную

Система мира Коперника

Николай Коперник -1473- 1543 гг.

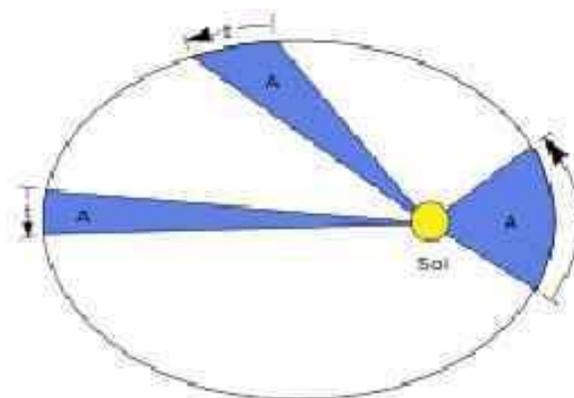
В 1543 г. была издана книга «О вращении небесных сфер» с изложением и обоснованием гелиоцентрической системы мира.

Согласно новому учению, в центре Вселенной находится Солнце, а Земля – одна из планет, движущихся вокруг Солнца. Небосвод же, на котором находятся все звёзды, вовсе и не вращается вокруг Земли, как считали прежде, а покоится. Его видимое движение объясняется суточным обращением Земли вокруг собственной оси. Коперник убрал человека из центра мира, сделал бессмысленным деление на подлунный и надлунный миры. Тем самым он разрушил самые основы традиционных представлений о мире и открыл новые, невиданные прежде возможности для развития не только астрономии, но и всего естествознания.

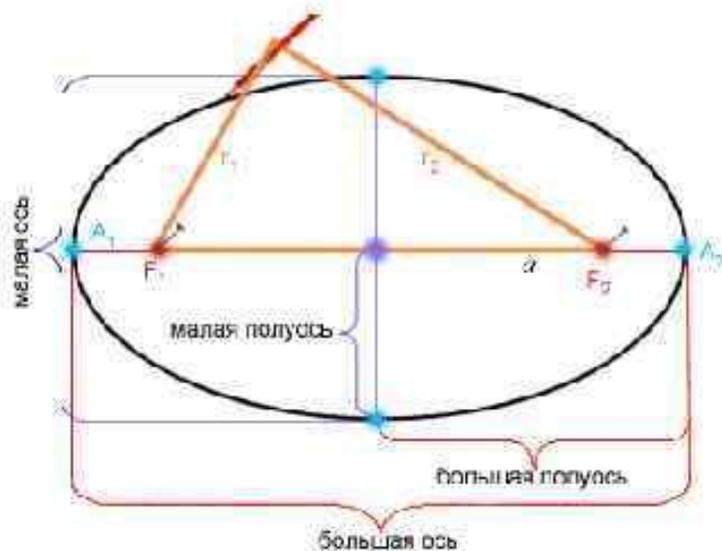




Первый закон Кеплера



Второй закон Кеплера

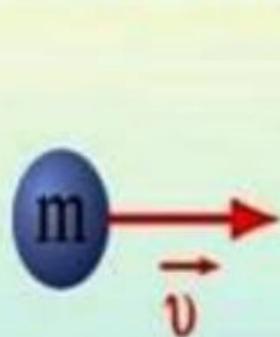


Эллипс

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Третий закон Кеплера

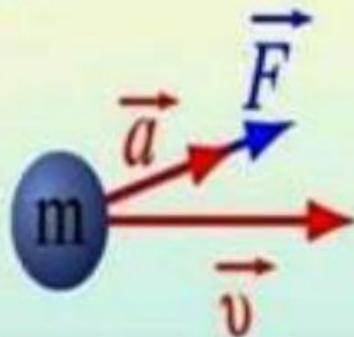
Законы Ньютона



$$\vec{v} = \text{const},$$

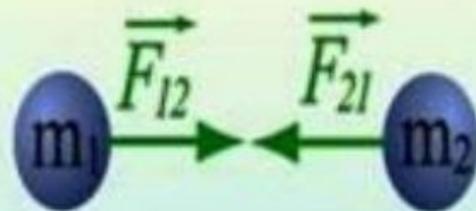
при $\vec{F} = 0$

I закон



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

II закон



$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

III закон

Закон всемирного тяготения

**Закон
всемирного
тяготения**

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Гравитационная
постоянная



**Сила
тяжести**

$$F = G \frac{M}{R^2} m = mg$$

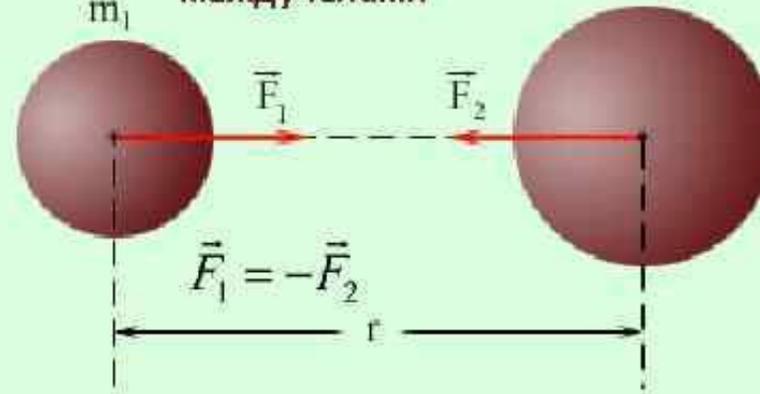
направлена к центру Земли

Ускорение
свободного
падения

$$g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$$

Среднее значение на Земле

Гравитационные силы притяжения
между телами



Масса Земли

$$M = \frac{gR^2}{G} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

Радиус Земли:

на экваторе

$$R_э = 6378 \text{ км}$$

$$g \approx 9,780 \text{ м/с}^2$$

на полюсах

$$R_п = 6357 \text{ км}$$

$$g \approx 9,832 \text{ м/с}^2$$

Роль астрономии в формировании современной картины мира

Выделяют три основных этапа:

Первая революция в астрономии произошла в различных регионах мира в разное время – в период между 1,5 тыс. лет до н.э. и II в. н.э. Её обусловил прогресс математических знаний. Главные достижения стали создание сферической астрономии и астрометрии, разработка универсальных точечных календарей и геоцентрической теории. Потребность приведения в единую систему всей суммы накопленных знаний вместе с первым мощным влиянием физики на астрономию – изобретением телескопа – привела к торжеству гелиоцентрической теории.

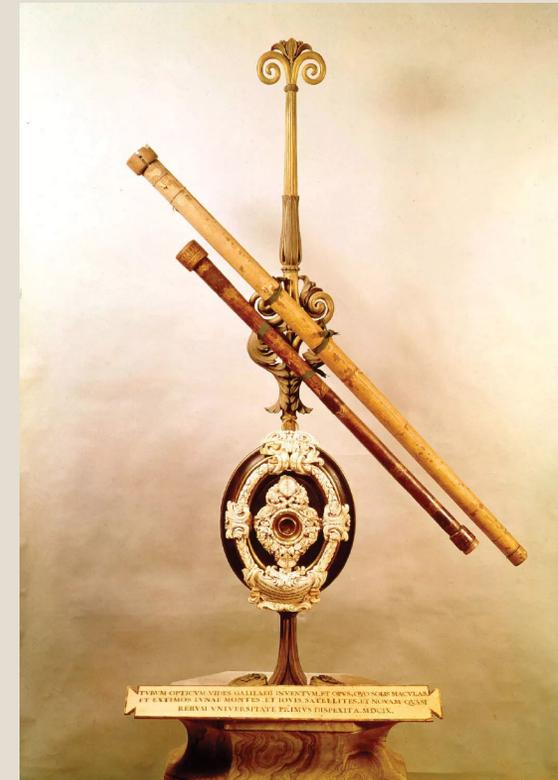
Роль астрономии в формировании современной картины мира

Вторая революция в астрономии (16-17 вв.) была обусловлена накоплением знаний о природе. Важнейшие достижения астрономии стали: создание, объяснения и подтверждение гелиоцентрической теории, законов движения планетных тел, теории всемирного тяготения, небесной механики, изобретение оптических телескопов, открытие новых планет и др.

Третья революция в астрономии (50-70-е гг. 20в) целиком обусловлена прогрессом физики и ее влиянием на технологию.

Телескопы

- Рефрактор (линзовый телескоп) – телескоп, в котором для собирания света используется линзы. В качестве объектива была одна собирающая линза, а окуляром служила одна рассеивающая линза.



Телескопы

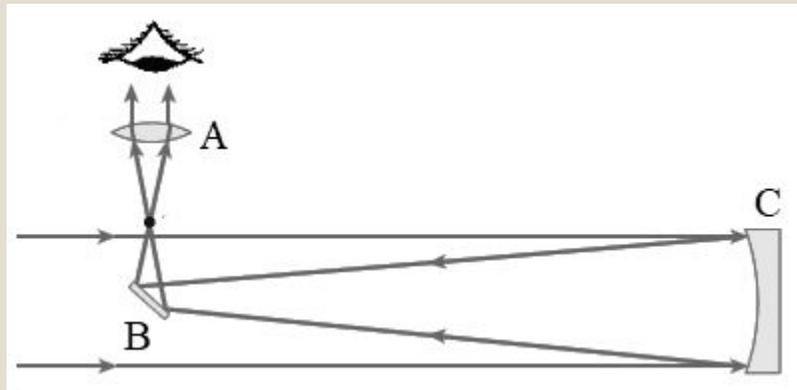
Самый большой в мире 40-дюймовый (1,02 метра) телескоп-рефрактор находится в Йеркской обсерватории, изготовленный фирмой Элвина Кларка. На данный момент он остаётся самым большим рефракторным телескопом из когда-либо использовавшихся. Любопытно, что мастера фирмы Кларк тонкую шлифовку выполняли вручную, подгоняя отдельные части объектива под нужную форму. Эта мучительная работа, требующая огромного терпения и мастерства, заняла пять лет. Зато был достигнут рекорд. Возможно, что здесь уже достигнут разумный предел. Объективы с поперечником более 40 дюймов должны быть слишком толстыми и потому поглощающими много света. Кроме того, под влиянием огромного собственного веса они прогибаются и по этой причине портятся создаваемые ими изображения.

Нет смысла побивать рекорды Альваца Кларка и по другим причинам. Длиннофокусные рефракторы типа Йеркского обладают очень большим вторичным спектром и фотосъемка с их помощью дает расплывчатые изображения. Неудобны они и для спектральных и для астрометрических наблюдений — с меньшими инструментами получаются лучшие результаты. Видимо, рефракторы достигли «потолка» и будущее не за ними.



Телескопы

- Рефлектор – оптический телескоп, использующий зеркало в качестве светособирающего элемента. В 1667 г. первый зеркальный телескоп построил И. Ньютон, диаметр его зеркала составлял 2,5 см при увеличении в 41 раз.



Телескопы

В настоящее время крупнейшими в мире телескопами-рефлекторами для оптических наблюдений являются два телескопа, построенные при финансовой поддержке У. Кека, а честь которого они получили свое название Кек-1 и Кек-2. Эти телескопы расположены в обсерватории на Гавайях (на высоте 4145 м над уровнем моря) и введены в эксплуатацию в 1993 и 1996 гг. Телескопы с эффективным диаметром зеркала 9,8 м построены на одной платформе и могут использоваться совместно в качестве интерферометра, давая разрешение, соответствующее диаметру зеркала 85 м.



Телескопы

Крупнейший в Евразии телескоп – Большой телескоп азимутальный Специальной астрофизической обсерватории Российской академии наук (БТА САО РАН) – находится на территории России в горах Северного Кавказа (гора Пастухова – высотой 2070 м над уровнем моря), диаметр его главного зеркала – 6 м. он работает с 1976 г. и длительное время был крупнейшим телескопом в мире.



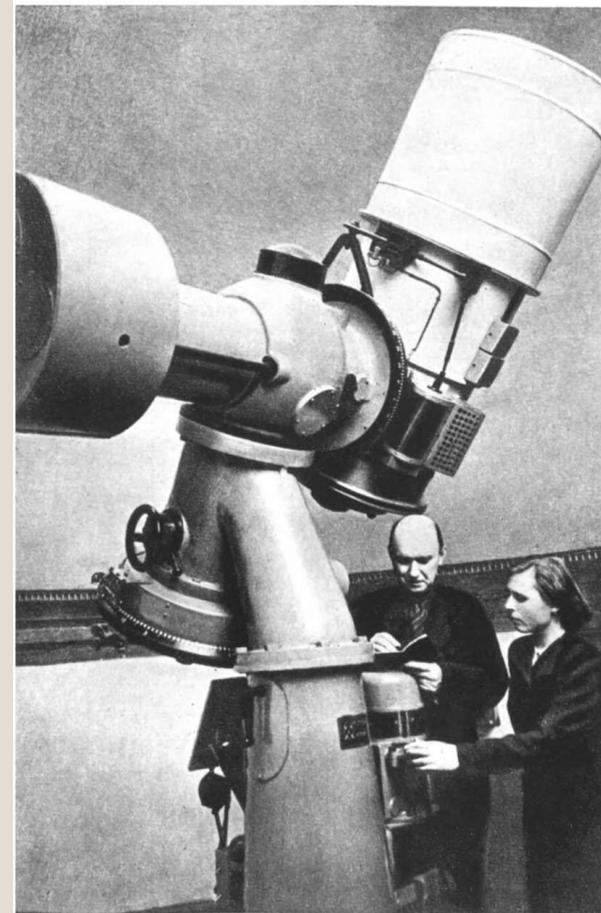
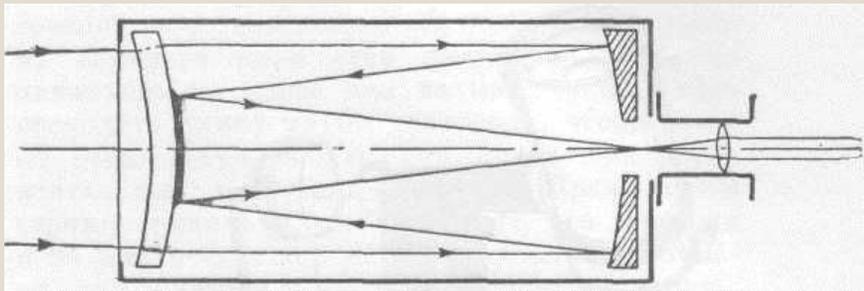
Телескопы

- Зеркально – линзовый телескоп с объективом диаметром 44 см в 1930 г. построил эстонско- шведский оптик и астроном Б. Шмидт. Основной конструкции стала так называемая камера Шмидта, в которой в центре кривизны сферического зеркала установлена диафрагма, что позволило устранить искажение световых лучей. Этот телескоп обладает высокой светосилой и большим полем зрения.



Телескопы

- В 1941 г. советский конструктор Д.Д. Максутов предложил конструкцию менискового телескопа, в котором искажение световых лучей компенсированы мениском (выпукло-вогнутой линзой). Телескопы Максутова получили большую популярность у астрономов – любителей.



Домашнее задание

1. Представить графически (в виде схемы) взаимосвязь астрономии с другими науками, подчеркивая самостоятельность астрономии как науки и уникальность предмета изучения.
2. Охарактеризуйте основные периоды развития астрономии. Обоснуйте свой ответ.
3. Сравните геоцентрическую и гелиоцентрическую системы мира. В чем состояло преимущество каждой из них?
4. Составьте свой рейтинг пяти самых необычных телескопов по схеме:
 - название и тип телескопа
 - местонахождение телескопа
 - фотография (по возможности)
 - главные преимущества и необычные свойства телескопа
 - область применения, которая расширяет возможности человека в освоении тайн Вселенной