



ГИМНАЗИЯ
ИМ. Е.М. ПРИМАКОВА



Основные типы заданий ШЭ и МЭ по астрономии

Ведущий программист лаборатории изучения Галактики и переменных
звезд ГАИШ МГУ,
Член ЦПМК ВсОШ по Астрономии
Председатель РПМК ВсОШ по Астрономии

Школьный Этап



ГИМНАЗИЯ
ИМ. Е.М. ПРИМАНОВА

- ф

Муниципальный Этап



- Муниципальный этап олимпиады проводится не позднее 25 декабря в один аудиторный тур. К участию в этапе допускаются обучающиеся, набравшие проходной балл, установленный организатором этапа, а также победители и призёры муниципального этапа всероссийской олимпиады по астрономии прошлого года.
- Участники школьного этапа текущего учебного года, прошедшие на муниципальный этап, выполняют его в той же возрастной параллели (классе), в которой они выступали на школьном этапе. Победители и призёры муниципального этапа прошлого учебного года, не выступавшие на школьном этапе, вправе выполнять задания за более старший класс. Однако они должны быть предупреждены, что в случае квалификации на последующие этапы олимпиады (региональный, заключительный) они обязаны будут выступать в выбранной в текущем учебном году параллели.
- На муниципальном этапе олимпиады участникам предлагаются комплекты заданий, разработанные региональной предметно-методической комиссией. Оптимальное количество заданий - 4–6, рекомендуемая длительность этапа составляет 2–4 астрономических часа и может быть различной для разных параллелей. Часть заданий может быть общей для нескольких возрастных параллелей, однако подведение итогов должно быть раздельным.

Проведение ШЭ и МЭ



ГИМНАЗИЯ
ИМ. Е.М. ПРИМАНОВА

- ф

На протяжении всего тура участник имеет право:

- пользоваться своими канцелярскими принадлежностями, непрограммируемым инженерным калькулятором и выданными справочными данными;
- задавать вопросы по условиям заданий в очном или письменном виде, во втором случае передавая их присутствующим членам жюри или методической комиссии через дежурных в аудиториях;
- употреблять пищу и безалкогольные напитки;
- временно покидать аудиторию, оставляя у наблюдателя условия заданий и свою работу.
- Участник вправе завершить и сдать работу досрочно, после чего незамедлительно покидает аудиторию, в которой проводится тур.

Во время работы над заданиями участнику запрещается:

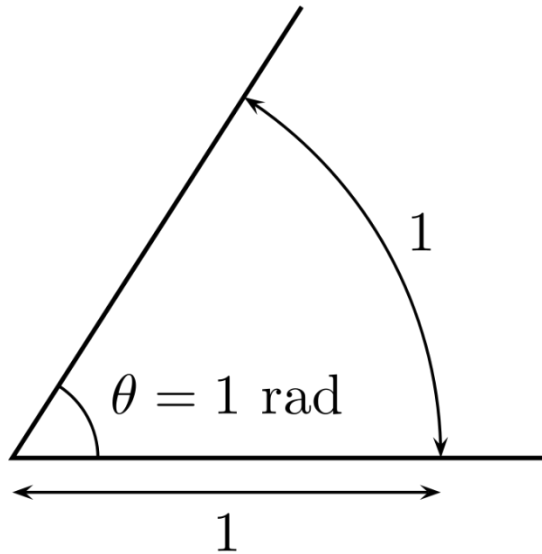
- пользоваться средствами связи, вычислительной техникой (кроме непрограммируемого инженерного калькулятора), шпаргалками и справочной литературой (за исключением выданных справочных материалов), пользоваться подвижной картой неба;
- обращаться с вопросами или просьбами к кому-либо, кроме дежурного, членов жюри и оргкомитета (в пределах их компетенции);
- преднамеренно указывать в работе какие-либо идентификационные данные или отметки, прямо или косвенно указывающие на авторство работы;

Проверка заданий МЭ

Процедура подведения итогов

- Крайне нежелательно дополнительно устанавливать пороговый балл, лишь по преодолению которого участник может быть признан победителем или призером.
- При определении победителей и призеров жюри должно принимать во внимание особенности распределения результатов, показанных участниками. Для повышения объективности в рамках этой процедуры желательно рассматривать «слепой» протокол олимпиады (без указания персональных данных участников). **Недопустимо** присуждать разный статус участникам одной параллели, показавшим одинаковый результат. **Нежелательно** присуждать разный статус участникам одной параллели, чей результат различается на 1-2 балла.
- После подведения итогов олимпиады итоговый рейтинг участников с указанием показанных ими результатов и присужденных им дипломов публикуется на сайте организатора олимпиады, информация о результатах доводится до сведения участников.
- Полные протоколы олимпиады с указанием результатов всех участников (не только победителей и призеров) передается организатору следующего этапа. На их основе независимо для каждой параллели им устанавливается единый проходной балл на следующий этап олимпиады и формируется список участников этого этапа, который включает в себя всех участников, набравших проходной балл, а не только победителей и призеров предыдущего этапа. Введение квот на количество участников следующего этапа от одного образовательного учреждения или муниципального образования, является нарушением Порядка проведения Всероссийской олимпиады школьников и **категорически запрещается**.

Угловые единицы измерения



- Углы

$$\alpha = \frac{R}{L} \Leftrightarrow \alpha'' = 206265'' \frac{R}{L}$$

- Малые углы

$$\sin \alpha \approx \frac{\alpha''}{206265''}$$

- Для $\alpha = \frac{\pi}{6}$

- $\sin \frac{\pi}{6} = 0.50$ и $\frac{30^\circ \cdot 3600''}{206265''} \approx 0.52$

- $2\pi - 360^\circ$

- 1 радиан = $\frac{360^\circ \cdot 60' \cdot 60''}{2\pi} \approx 206264,8'' \approx 206265''$

- Градусы

- От $0^\circ - 360^\circ$
- В $1^\circ = 60' = 3600''$
- В $1' = 60''$

- Часы

- От $0^h - 24^h$
- $24^h - 360^\circ$
- $1^h - 15^\circ$
- $4^m - 1^\circ$

- Радианы

- От 0 до 2π

$$l = \alpha \cdot R$$

- $2\pi - 360^\circ$

- 1 радиан = $\frac{360^\circ \cdot 60' \cdot 60''}{2\pi} \approx 206264,8'' \approx 206265''$

A long-exposure photograph of a night sky over an observatory. The sky is filled with numerous blue and white star trails, indicating a long exposure time. In the foreground, the observatory dome is visible, illuminated from within, and the entrance is lit with red lights. The ground is dark, and some greenery is visible on the left side.

Звездное небо

$23^{\text{h}} 56^{\text{m}} - 360^{\circ}$

$1^{\text{h}} \sim 15^{\circ}$

$4^{\text{m}} \sim 1^{\circ}$

Солнце

$24^{\text{h}} - 360^{\circ}$

$1^{\text{h}} - 15^{\circ}$

$4^{\text{m}} - 1^{\circ}$

Луна

$24,9^{\text{h}} - 360^{\circ}$

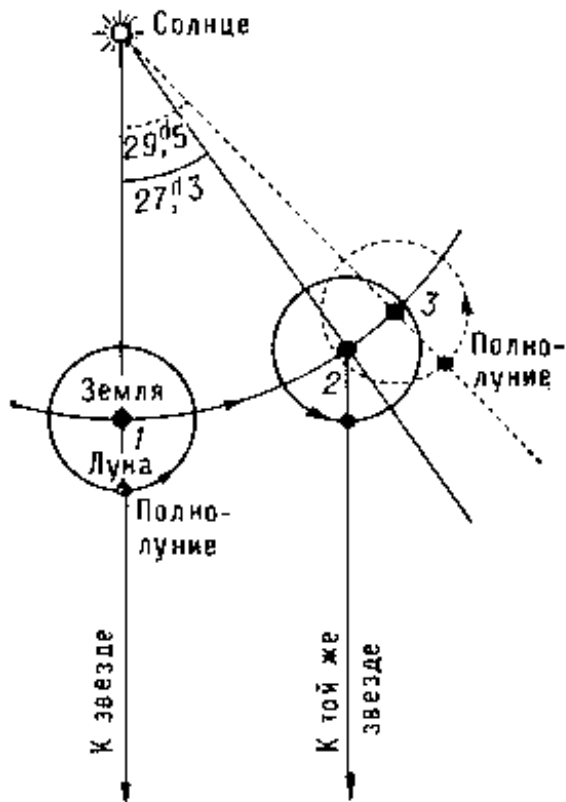
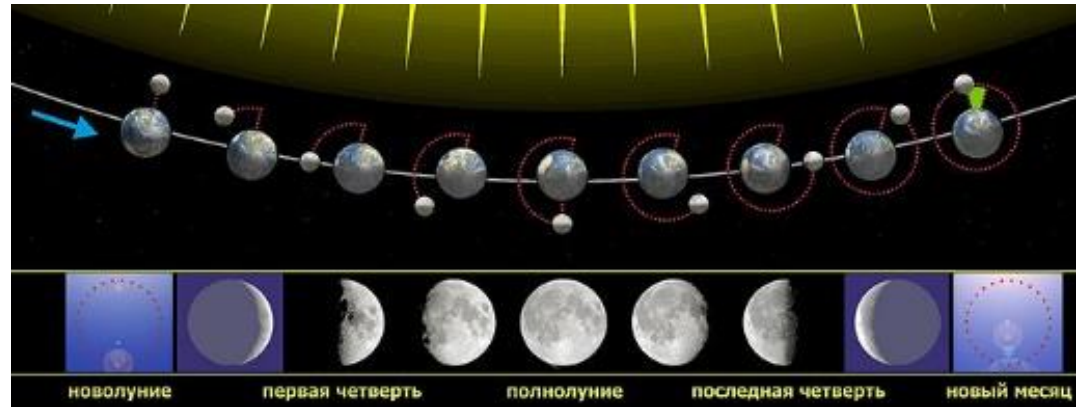
$1^{\text{d}} - 13,5^{\circ}$

$1^{\text{h}} - 0,5^{\circ}$

Поворот
неба

Задача на поворот неба

- Чему равны так называемые «Лунные сутки» (Время повторения одного и того же направления на центр лунного диска)? Период обращения Луны $T_L = 27,3$ дня.



Угловая скорость поворота небесного свода и соответственно Земли составляет:

$$\omega_{зв} = 2\pi / T_{зв}$$

- Угловая скорость движения Луны на небе составляет:

$$\omega_{Луны} = 2\pi / T_{Луны}$$

- Угловая скорость движения Земли по орбите составляет:

$$\omega_{\oplus} = 2\pi / T_{\oplus}$$

- Поскольку все эти движения происходят в одном направлении то:

$$\omega_{\text{Лунных суток}} = \omega_{зв} - \omega_{Луны} - \omega_{\oplus}$$

- Найдем период:

$$\begin{aligned} \frac{2\pi}{T_{\text{Лунных суток}}} &= \frac{2\pi}{T_{зв}} - \frac{2\pi}{T_{Луны}} - \frac{2\pi}{T_{\oplus}} \\ T_{\text{Лунных суток}} &= \frac{T_{зв} \cdot T_{Луны} \cdot T_{\oplus}}{T_{\oplus} \cdot T_{Луны} - T_{\oplus} \cdot T_{зв} - T_{Луны} \cdot T_{зв}} \\ T_{\text{Лунных суток}} &= \frac{0,9973 \cdot 27,3 \cdot 365,2425}{365,2425 \cdot 27,3 - 365,2425 \cdot 0,9973 - 27,3 \cdot 0,9973} \\ &= 1,038 \text{ суток} \approx 24,9 \text{ часа} \end{aligned}$$

Задачи на горизонт и понижение горизонта



- Найдите расстояние до горизонта и величину понижения горизонта для наблюдателя находящегося на останкинской телебашне 535 м, если радиус Земли взять 6371 км



- Понижение горизонта

$$\text{Угол } \gamma = \cos^{-1}\left(\frac{R}{R+h}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{6371}{6371+0.535}\right) = 0,74^\circ \approx 0.013 \text{ рад}$$

- Расстояние до горизонта по Земле - s

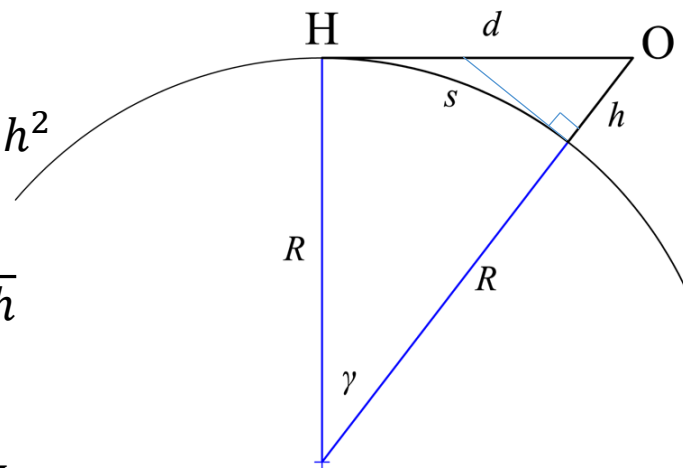
$$s = \gamma \cdot R = 0.013 \cdot 6371 \approx 82.6 \text{ км} \approx 83 \text{ км}$$

- Расстояние до горизонта по прямой - d

$$R^2 + d^2 = (R + h)^2 \Leftrightarrow d^2 = (R + h)^2 - R^2 = 2Rh + h^2$$

$$d = \sqrt{2Rh + h^2} = \sqrt{2Rh \left(1 + \frac{h}{2R}\right)} \xrightarrow{h \ll R} \approx \sqrt{2Rh}$$

$$d \approx \sqrt{2Rh} \approx \sqrt{2 \cdot 6371 \cdot 0.535} \approx 82.6 \approx 83 \text{ км}$$



Небесная сфера



- Небесная сфера - воображаемая сфера произвольного радиуса, на которую проецируются небесные тела.

- **Большие круги**

- Математический горизонт - $h=0^\circ$ (N, E, S, W)
- Экватор - $\delta = 0^\circ$ (E, Q, W, Q')
- Небесный меридиан $Az=0^\circ$ и $Az=180^\circ$, (N, Z, S, Z')
- Эклиптика $\epsilon=23.5^\circ$ ($B.P., J.C., O.P., 3.C.$)
- Первый вертикал (E, Z, W, Z')

- **Малые круги**

- Суточные круги светила - $\delta = \text{const}$
- Альмукантарат - $h = \text{const}$

Сумерки

- **Гражданские**

В интервале гражданских сумерек есть возможность наблюдать ярчайшие небесные светила, например, Венеру (Венера иногда может быть видна и днём при солнечном свете). Считается, что в это время на открытом месте можно без искусственного освещения выполнять любые работы.

- До -6°

- **Морские или навигационные**

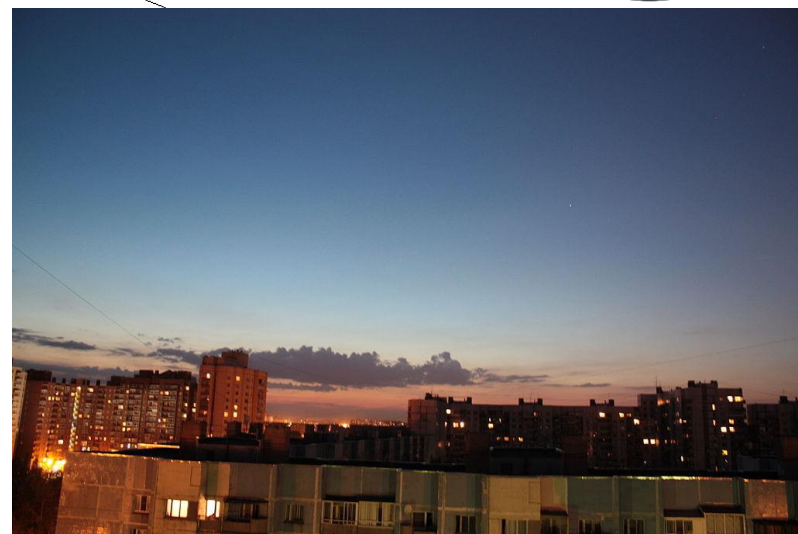
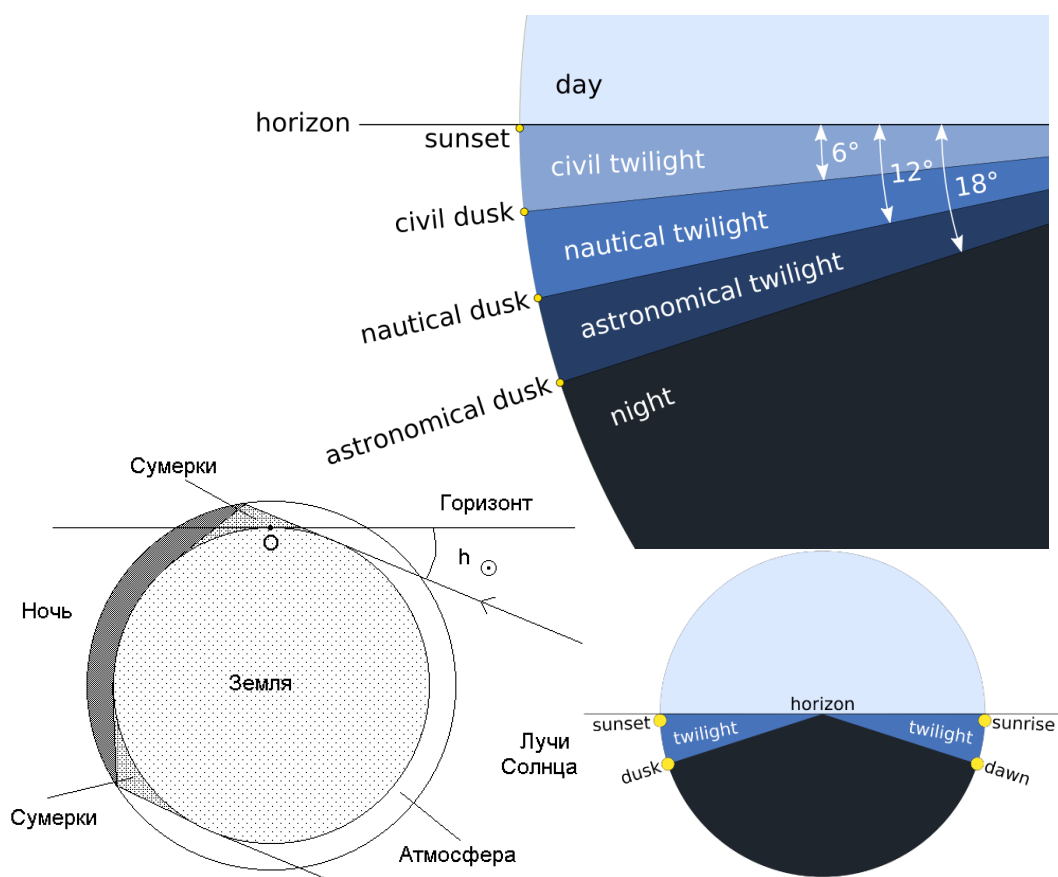
Считается, что в интервале угла нахождения Солнца под горизонтом от 6° до 12° уже хорошо видны все навигационные звезды и всё еще видна линия горизонта, что позволяет судоводителю использовать секстант для измерения угла между небесными светилами и видимым горизонтом. Тем не менее, такого освещения недостаточно для нормальной жизнедеятельности человека (освещение на улице ближе к ночному, чем к вечернему в классическом понимании), поэтому улицы населённых пунктов нуждаются в искусственном освещении.

- От -6° до -12°

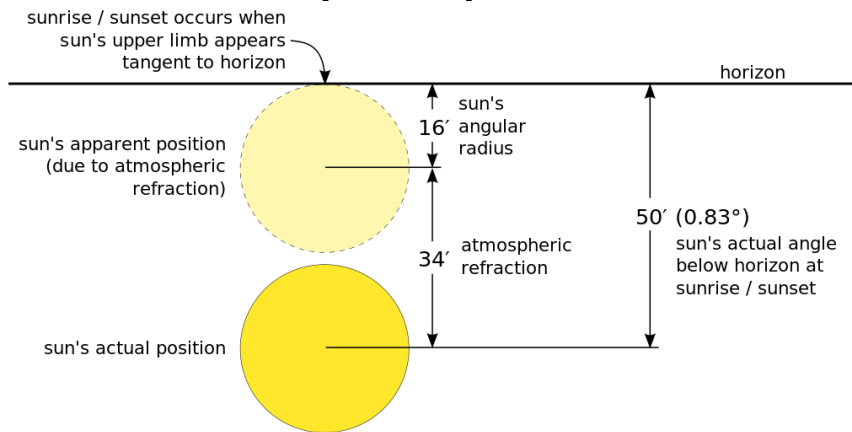
- **Астрономические**

В интервале угла нахождения Солнца под горизонтом от 12° до 18° большинство случайных наблюдателей отмечают, что все небо уже полностью тёмное и практически не отличается от ночного. В это время астрономы могут легко проводить наблюдения над небесными светилами, например звёздами, но слабо рассеивающие объекты — туманности и галактики — могут быть хорошо видны в период между астрономическими сумерками, то есть в период астрономической ночи.

- От -12° до -18°



Продолжительность сумерек



- Угол захода светила
 $90^\circ - \varphi$
- Составляющая перпендикулярная горизонту

$\omega_{\text{захода}}$

$$= \omega_{\text{движения}} \cdot \sin(90^\circ - \varphi) = \omega_{\text{движения}} \cdot \cos \varphi$$

- Продолжительность сумерек

$$t_{\text{сумерек}} = \frac{h_{\text{сумерек}} + d_{\text{рефракции}} + r_{\text{объекта}}}{\omega_{\text{движения}} \cdot \cos \varphi}$$

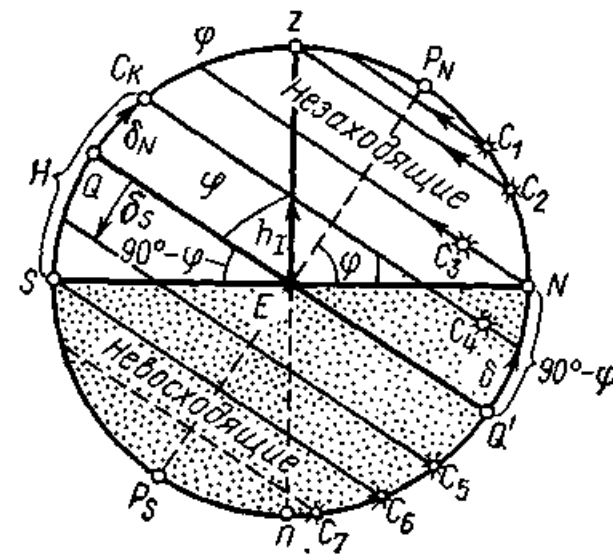


Рис. 18

Задача на продолжительность сумерек



- На каких широтах на Земле в течении всей ночи длятся гражданские, навигационные и астрономические сумерки?

- Сумерки не заканчиваются, если нижняя кульминация Солнца меньше или равна граничной глубине погружения для заданного вида сумерек в день одного из солнцестояний

$$h_{\text{граничное}} \leq h_{\text{н.к.}\odot} \quad h_{\text{граничное}} \leq -(90^\circ - \varphi) + \delta_{\odot} \leq -(90^\circ - \varphi) + \varepsilon$$

- Гражданские:

$$h_{\text{граничное}} = -6^\circ = \varphi - 90^\circ + 23,5^\circ \Rightarrow \varphi = 60,5^\circ$$

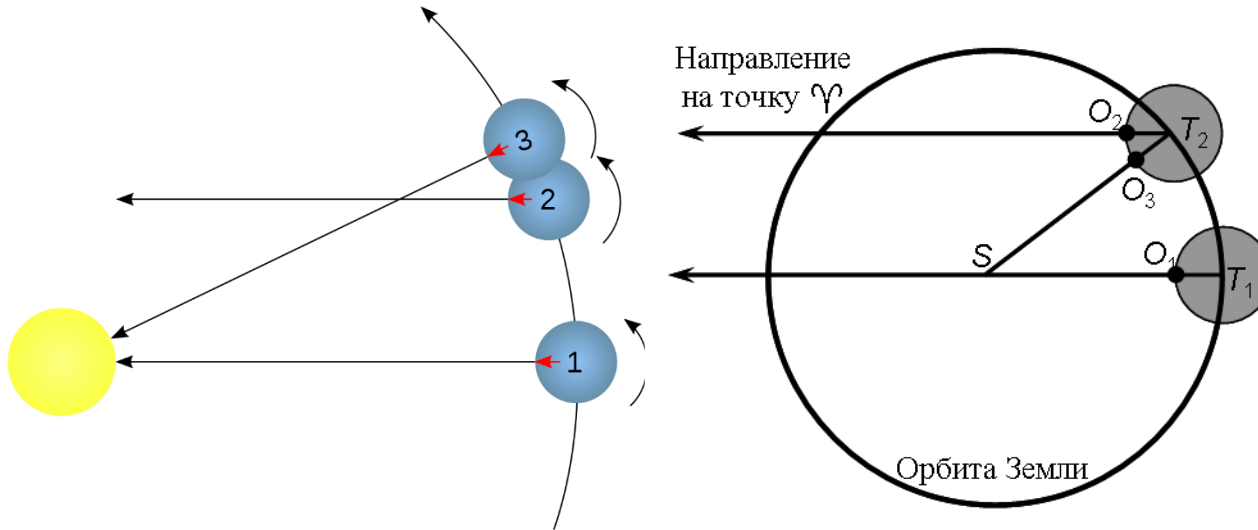
- Морские:

$$h_{\text{граничное}} = -12^\circ = \varphi - 90^\circ + 23,5^\circ \Rightarrow \varphi = 54,5^\circ$$

- Астрономические:

$$h_{\text{граничное}} = -18^\circ = \varphi - 90^\circ + 23,5^\circ \Rightarrow \varphi = 48,5^\circ$$

Звездные и Солнечные сутки



Планета вращается вокруг своей оси в инерциальной системе отсчета, то ее угловая скорость:

$$\omega_{\text{звездное}} = 2\pi/P$$

Угловая скорость движения планеты по орбите составляет:

$$\omega_{\text{орбитальное}} = 2\pi/T_{\text{планеты}}$$

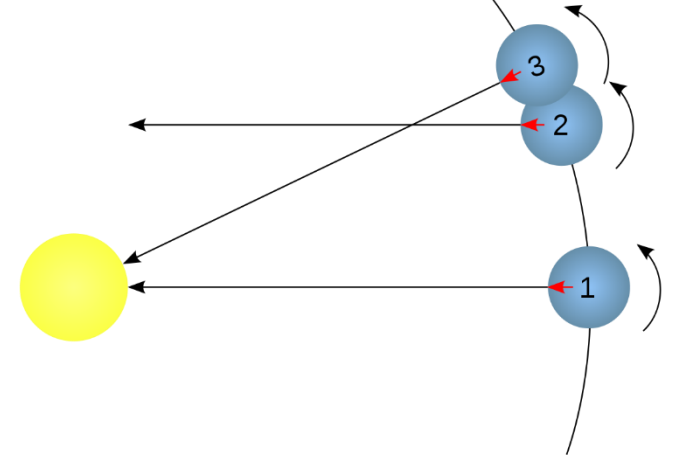
То солнечные сутки будут иметь следующую угловую скорость:

$$\omega_{\text{солнечных суток}} = \omega_{\text{звездное}} + \omega_{\text{орбитальное}}$$

- **Солнечные сутки** - промежуток времени, за который небесное тело совершает один поворот вокруг своей оси относительно центра Солнца
- **Звездные сутки** - период вращения какого-либо небесного тела вокруг собственной оси в инерциальной системе отсчета, за которую обычно принимается система отсчета, связанная с удалёнными звёздами. Для Земли это время, за которое Земля совершает один оборот вокруг своей оси по отношению к далёким звёздам.

Задача на звездные и солнечные сутки

- Какую продолжительность имели бы солнечные сутки на Земле, если бы земля вращалась бы вокруг своей оси в обратную сторону относительно движения вокруг Солнца?



Планета вращается вокруг своей оси в инерциальной системе отсчета, то ее угловая скорость:

$$\omega_{\text{звездное}} = 2\pi/P$$

Угловая скорость движения планеты по орбите составляет:

$$\omega_{\text{орбитальное}} = 2\pi/T_{\text{планеты}}$$

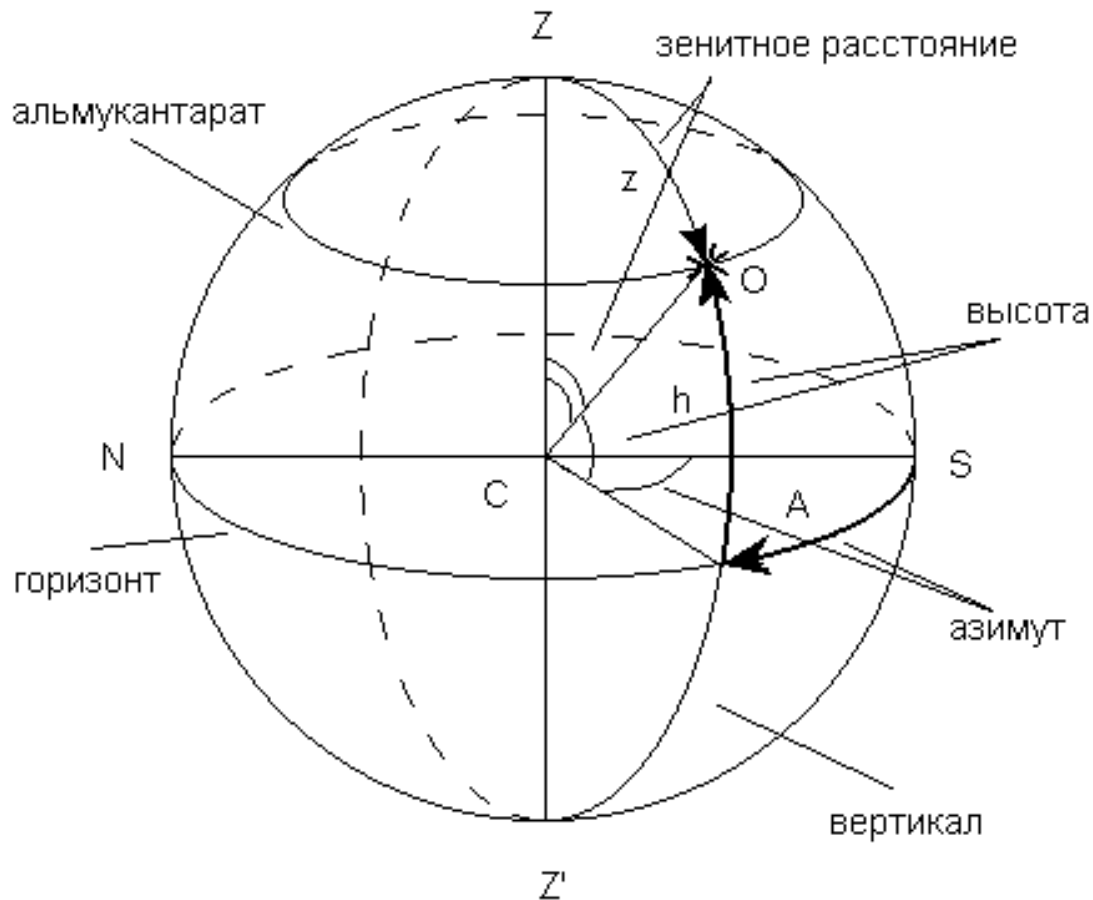
То солнечные сутки будут иметь следующую угловую скорость:

$$\omega_{\text{солнечных суток}} = \omega_{\text{звездное}} - \omega_{\text{орбитальное}}$$

В случае вращения со направленного скорости вычитаются, а в случае разнонаправленного движения складываются:

$$T_{\text{Солнечных суток}} = \frac{P \cdot T_{\text{планеты}}}{T_{\text{планеты}} + P} = \frac{0,9973 \cdot 365,2425}{365,2425 + 0,9973} = 0,9946 \approx 23 \text{ часа } 52 \text{ минуты}$$

Горизонтальные координаты

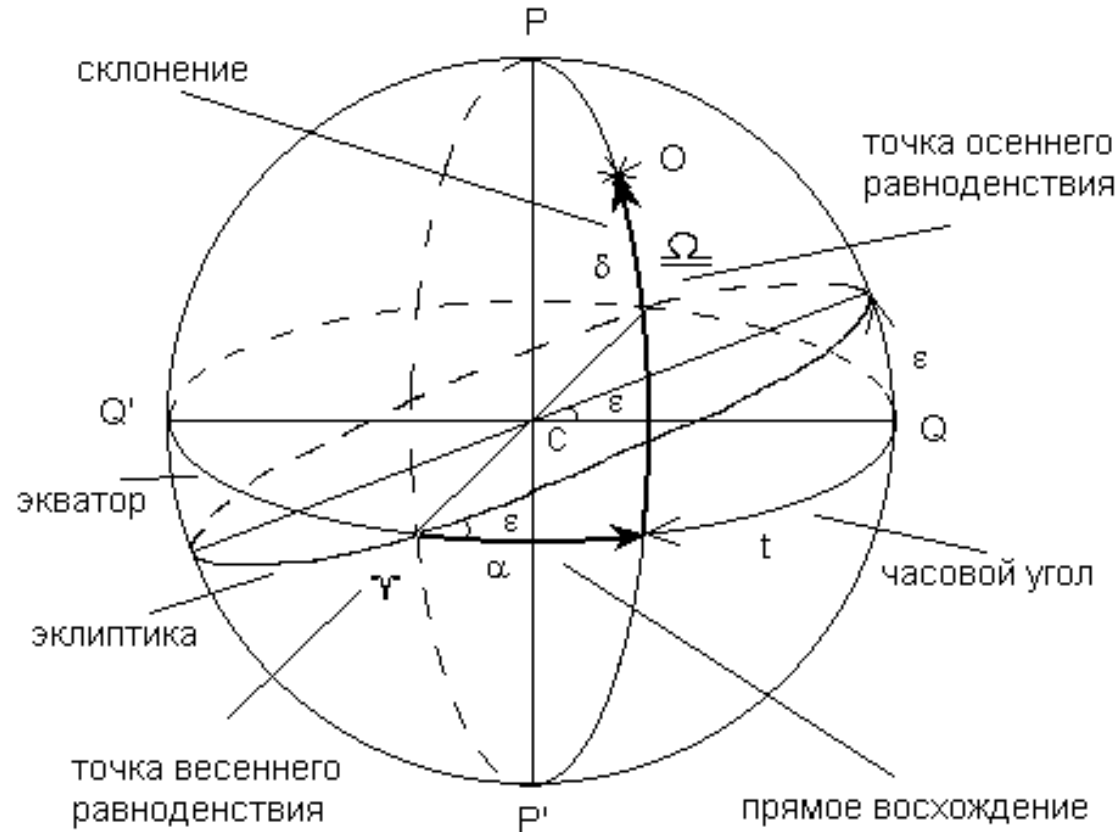


- Азимут - Az
 - Угол в плоскости горизонта от точки Юга (S) от 0° до 360° , или от 0° до 180° к W, и 0° до -180° к E,
- Высота - h
 - Угол в плоскости вертикала от математического горизонта до светила. От -90° до 90°
- Зенитное расстояние
 - Угол в плоскости вертикала от зенита Z до светила. От 0° до 180°
- Зенит – Z ($h=90^\circ$)
- Надир – Z' ($h=-90^\circ$)

$$h + z = 90^\circ$$

Небесные координаты

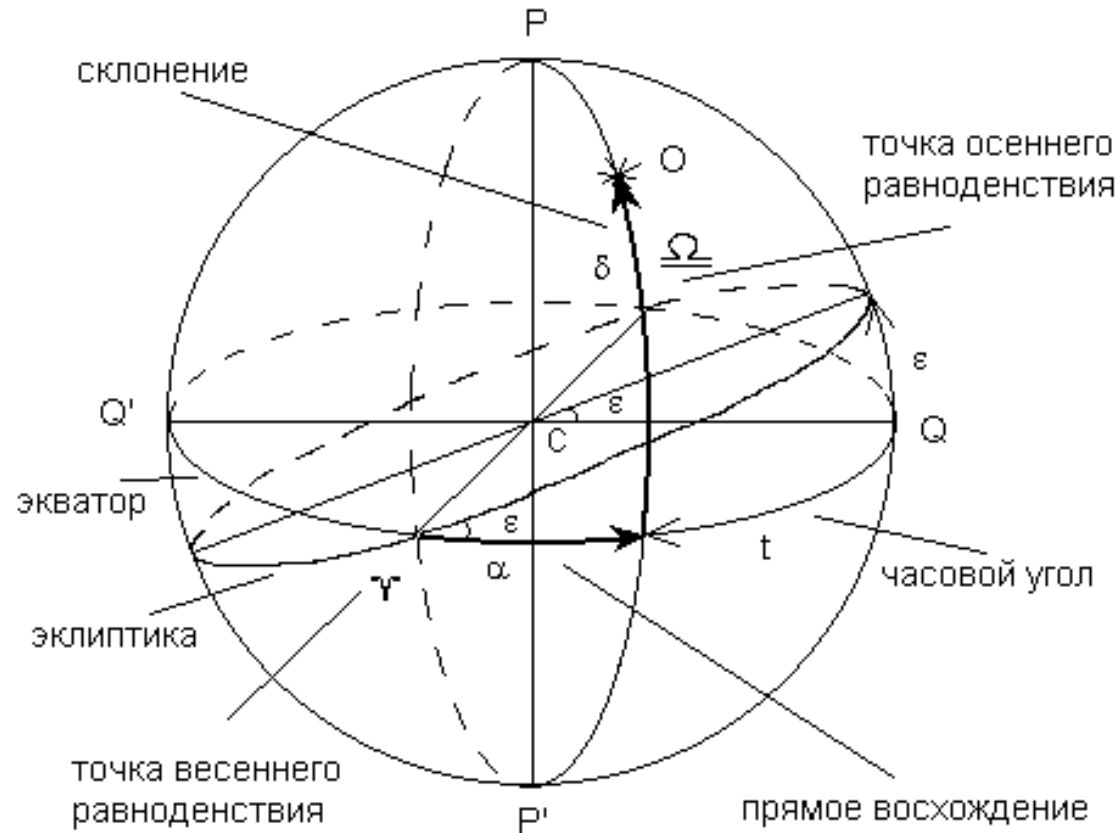
- Прямое восхождение - α
 - Угол в плоскости небесного экватора от точки В.Р. к востоку от 0^h до 24^h
- Часовой угол - t
 - Угол в плоскости небесного экватора от точки пересечения небесного экватора с небесным меридианом к западу от 0^h до 24^h
- Склонение - δ
 - Угол в плоскости круга склонения от небесного экватора до светила. От 90° до 90°
- Полярное расстояние - p
 - Угол в плоскости круга склонений от полюса P до светила. От 0° до 180°
- Северный полюс – P ($\delta = 90^\circ$)
- Южный полюс – P' ($\delta = -90^\circ$)



$$\delta + p = 90^\circ$$

Эклиптика

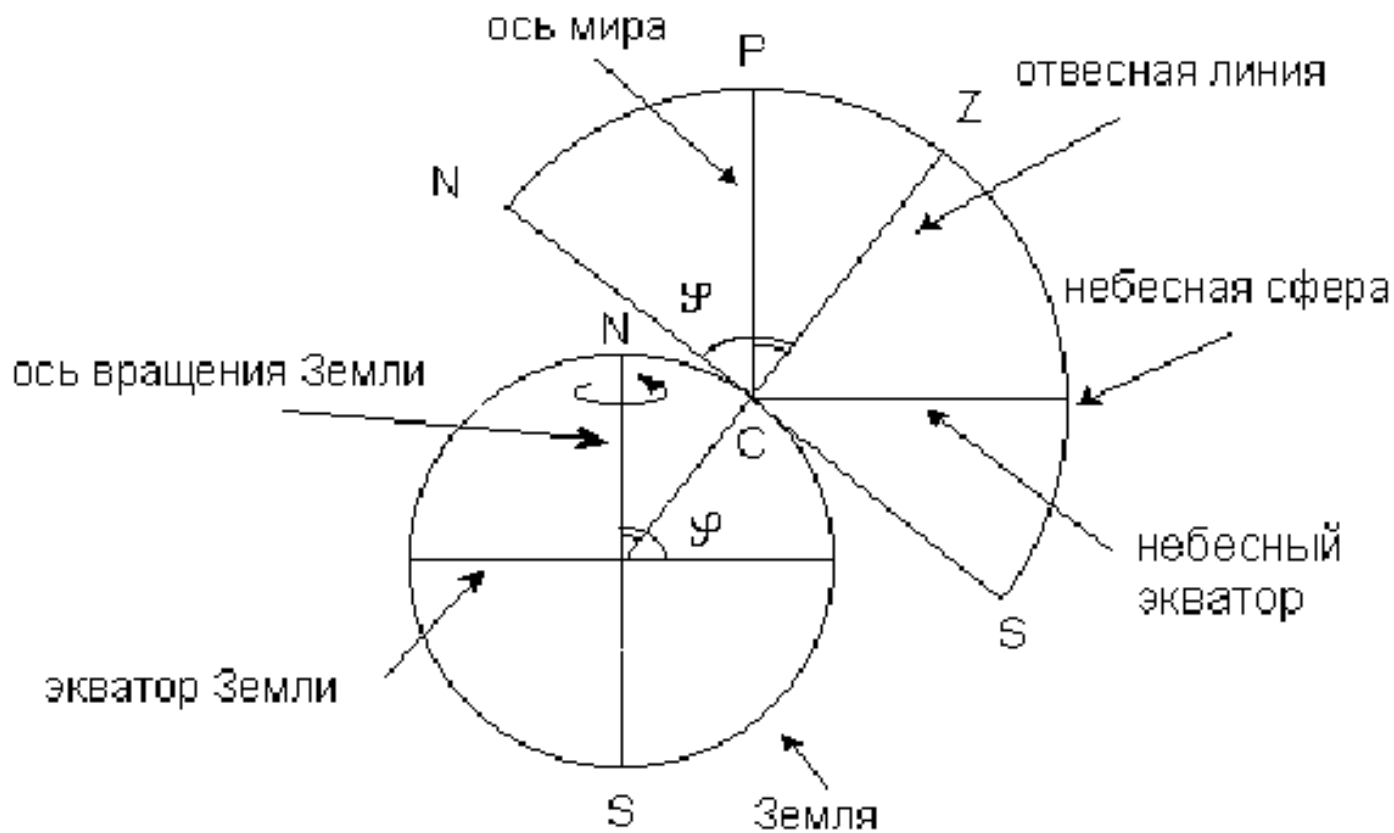
- Эклиптика –
 - годичный путь центра Солнца по небу.
 - Отражение вращения Земли вокруг Солнца
 - Солнце движется все время **на восток**
 - Угол между плоскостью небесного экватора и плоскостью эклиптики $\varepsilon = 90^\circ - \iota = 90^\circ - 66.5^\circ = 23.5^\circ$
- Точка Весеннего равноденствия
 - $\alpha = 0^h \quad \delta = 0^\circ$
- Точка Летнего Солнцестояния
 - $\alpha = 6^h \quad \delta = \varepsilon = 23.5^\circ$
- Точка Осеннего равноденствия
 - $\alpha = 12^h \quad \delta = 0^\circ$
- Точка Зимнего Солнцестояния
 - $\alpha = 18^h \quad \delta = -\varepsilon = -23.5^\circ$



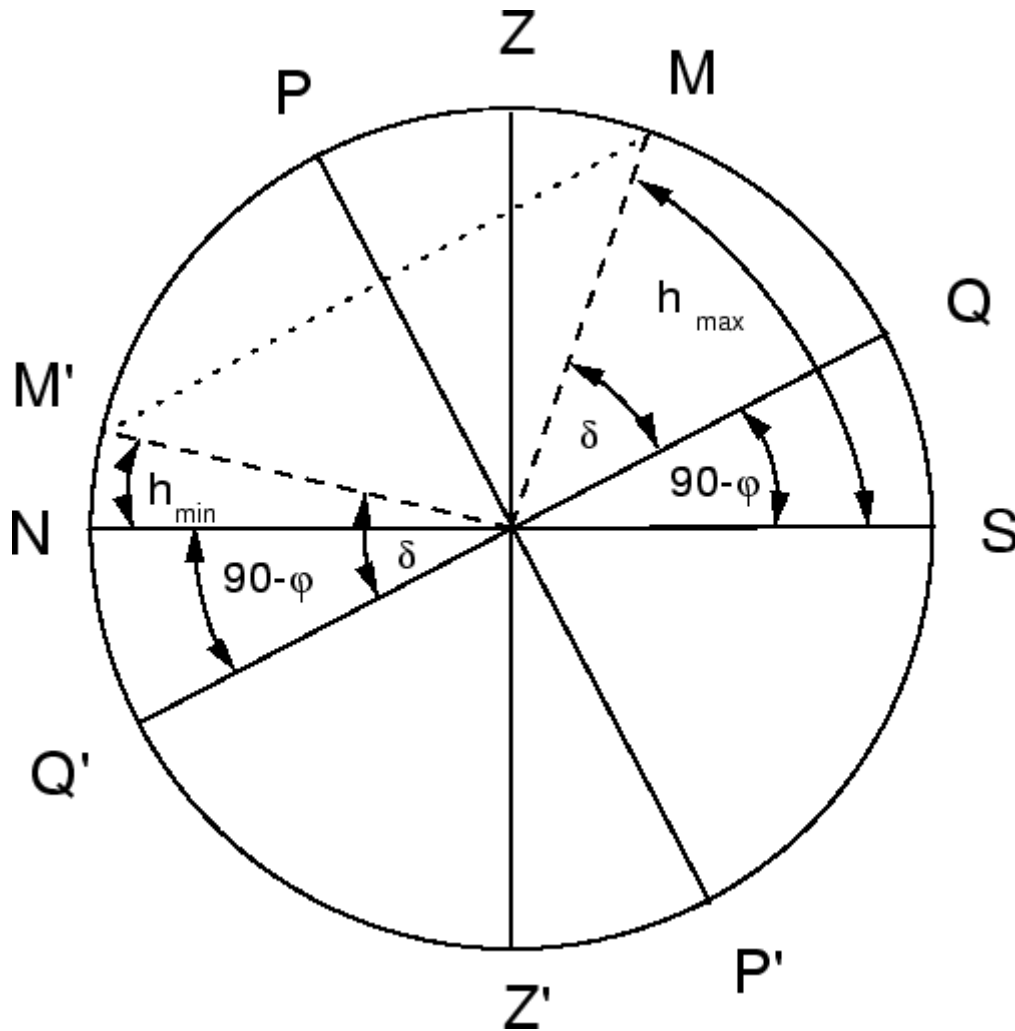
- Северный полюс эклиптики
 - $\alpha = 18^h \quad \delta = 90^\circ - \varepsilon = 66.5^\circ$
- Южный полюс эклиптики
 - $\alpha = 6^h \quad \delta = -(90^\circ - \varepsilon) = -66.5^\circ$

Задача на высоту полюса мира

- Какова высота полюса мира в южном полушарии Земли и как можно найти значение этой широты в отсутствии яркой звезды вблизи южного полюса мира

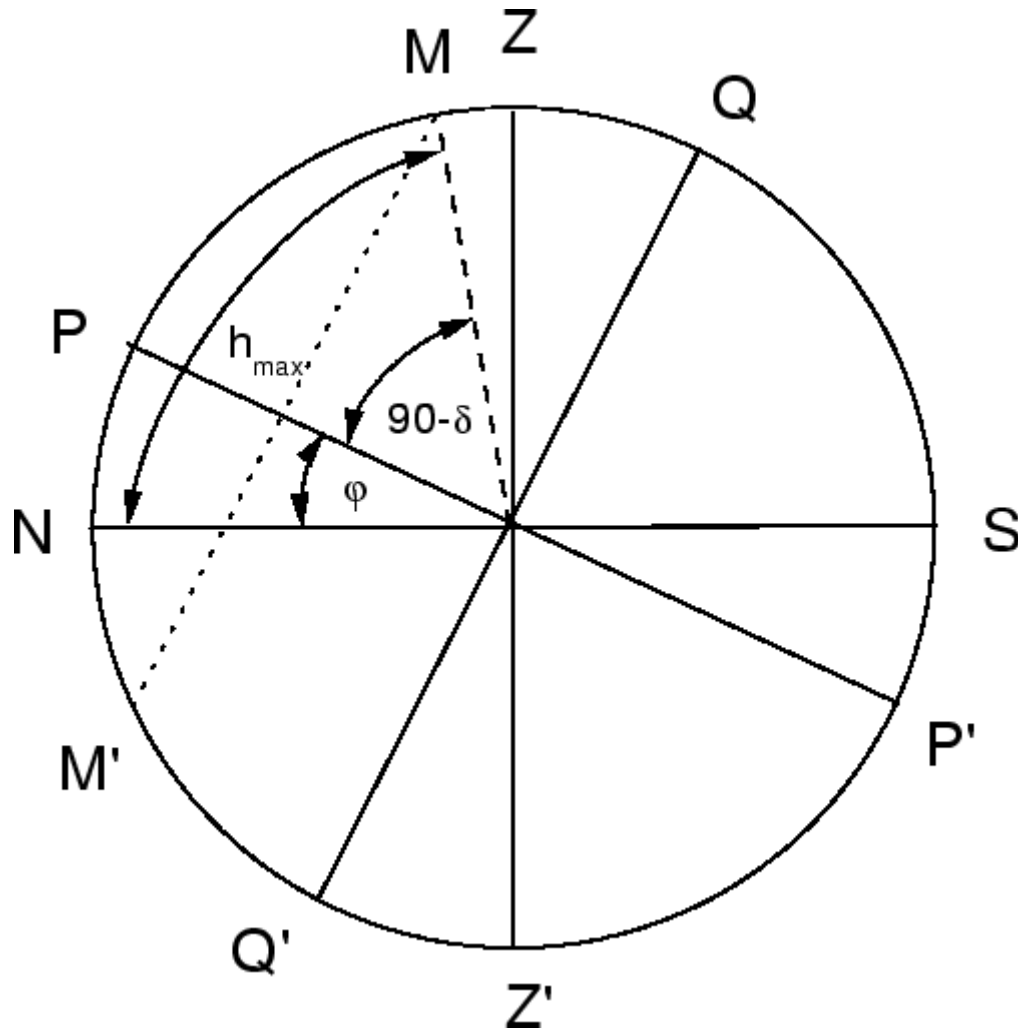


Нижняя и верхняя кульминация



- Момент кульминации – пересечение светилом небесного меридиана
- Верхняя – со стороны Z от оси мира
- Нижняя – со стороны Z' от оси мира
- Случай когда $\delta < \varphi$
- $h_{\text{В.К.}} = 90^\circ - \varphi + \delta$
- $h_{\text{Н.К.}} = -(90^\circ - \varphi) + \delta$
- Случай когда $\delta = \varphi$
- $h_{\text{В.К.}} = 90^\circ$
- $h_{\text{Н.К.}} = 2\varphi - 90^\circ$

Нижняя и верхняя кульминация



- Момент кульминации – пересечение светилом небесного меридиана
- Случай когда $\delta > \varphi$
- $h_{\text{В.К.}} = 90^\circ - \varphi + \delta > 90^\circ$
- $h_{\text{В.К.}} = 180^\circ - (90^\circ - \varphi + \delta) = 90^\circ + \varphi - \delta$
- $h_{\text{В.К.}} = 90^\circ + \varphi - \delta$
- $h_{\text{Н.К.}} = -(90^\circ - \varphi) + \delta$
- Случай когда $\delta = 90^\circ - \varphi$
- $h_{\text{В.К.}} = 0^\circ$
- $h_{\text{Н.К.}} = 2\varphi - 90^\circ$

Задачи на моменты кульминаций



- Чему равна максимальная высота Солнца на широте Москвы $\varphi = 56^\circ$ в день летнего и зимнего солнцестояний?

- Склонение Солнца в дни солнцестояний $\delta = \pm \varepsilon$
- Максимальная высота Солнца – это его верхняя кульминация в момент местного полдня
- Случай когда $\delta < \varphi$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - \varphi + \delta_{\odot}$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - \varphi \pm \varepsilon$
- Летнее солнцестояние
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - 56^\circ + 23.5^\circ = 57.5^\circ$
- Зимнее солнцестояние
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - 56^\circ - 23.5^\circ = 10.5^\circ$

Задачи на моменты кульминаций



- Чему равно склонение светила δ , если его зенитное расстояние в момент верхней кульминации составляет $z = 10^\circ$ на широте Москвы $\varphi = 56^\circ$?

- Зенитное расстояние может отсчитываться в разные стороны от зенита а значит два случая
- Случай когда $\delta < \varphi$ зенитное расстояние в сторону юга по небесному меридиану
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - z$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - \varphi + \delta$
- $z = \varphi - \delta \Rightarrow \delta = \varphi - z$
- $\delta = 56^\circ - 10^\circ = 46^\circ$
- Случай когда $\delta > \varphi$ зенитное расстояние в сторону севера по небесному меридиану
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - z$
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ + \varphi - \delta$
- $z = \delta - \varphi \Rightarrow \delta = \varphi + z$
- $\delta = 56^\circ + 10^\circ = 66^\circ$

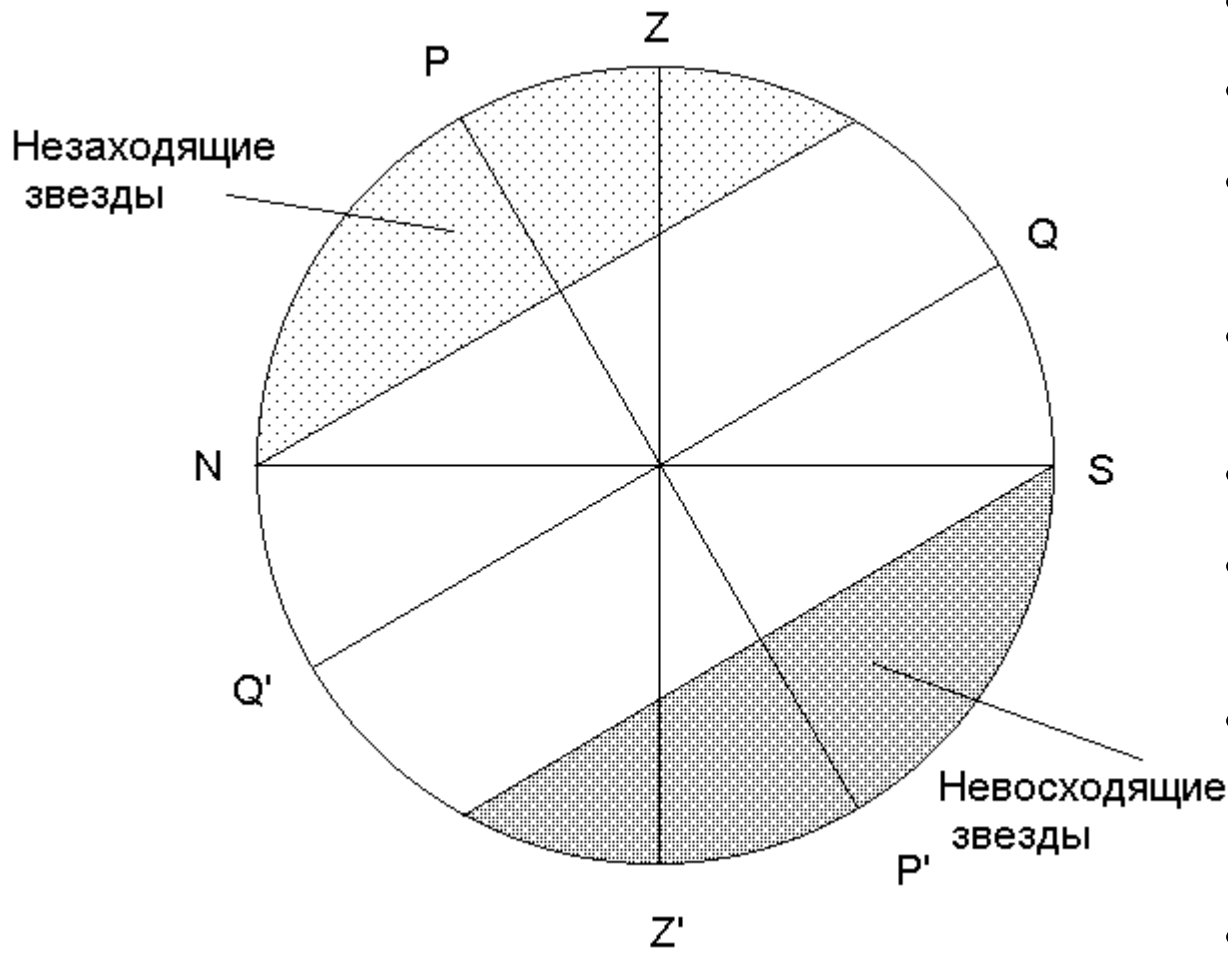
Задачи на моменты кульминаций



- Чему равно склонение светила δ и широта места наблюдений φ , если его зенитное расстояние в момент верхней кульминации составляет $z = 15^\circ$, а высота нижней кульминации в 3 раза меньше высоты в верхней кульминации?

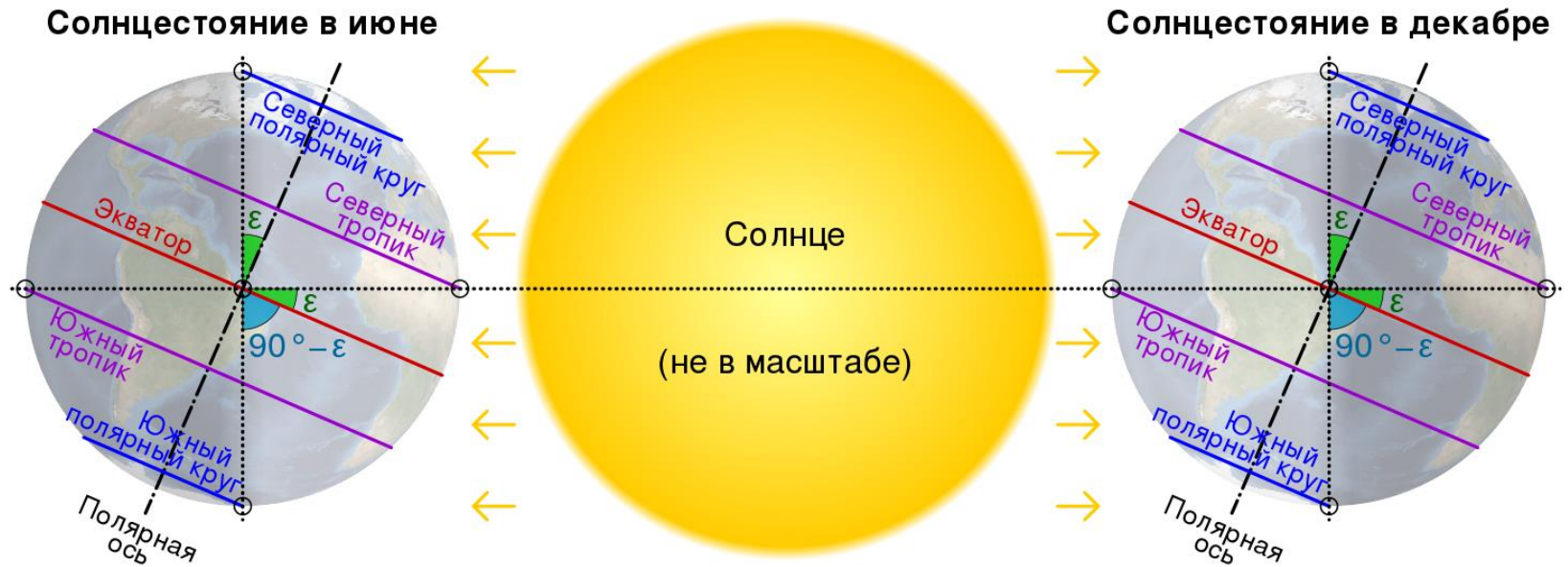
- Определим высоты в верхней и нижней кульминациях
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - z = 75^\circ$
- $h_{\text{н.к.}} = \frac{h_{\text{в.к.}}}{3} = 25^\circ$
- Случай когда $\delta < \varphi$ зенитное расстояние в сторону юга по небесному меридиану
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ - \varphi + \delta = 75^\circ$
- $h_{\text{н.к.}} = \varphi - 90^\circ + \delta = 25^\circ$
- $\delta = \pm 50^\circ$
- $\varphi = \pm 65^\circ$
- Случай когда $\delta > \varphi$ зенитное расстояние в сторону севера по небесному меридиану
- $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ + \varphi - \delta = 75^\circ$
- $h_{\text{н.к.}} = \varphi - 90^\circ + \delta = 25^\circ$
- $\varphi = \pm 50^\circ$
- $\delta = \pm 65^\circ$

Вращение небесного свода



- Незаходящие звезды
- $h_{\text{н.к.}} > 0^\circ$
- $\delta > 90^\circ - \varphi$
- Невосходящие звезды
- $h_{\text{в.к.}} < 0^\circ$
- $\delta < \varphi - 90^\circ$
- Заходящие и восходящие
- $90^\circ - \varphi > \delta > \varphi - 90^\circ$

Задачи на тропики и полярные круги



- Определите на каких широтах на планете располагаются тропики и полярные круги, если угол наклонения экватора к эклиптике составляет ε .
 - Тропик – это такие широты, где раз в году в моменты солнцестояний Солнце бывает в зените.
 - $h_{\text{в.к.}} = 90^\circ$ а значит $\delta = \varphi$ и $\varphi = \pm\varepsilon$
 - Полярный круг – это такие широты, где раз в году нижняя кульминация Солнца равна 0°
 - $h_{\text{н.к.}} = -(90^\circ - \varphi) + \delta = 0^\circ$ и поскольку $\delta = \pm\varepsilon$, то $\varphi = \pm(90^\circ - \varepsilon)$

Summer
Solstice



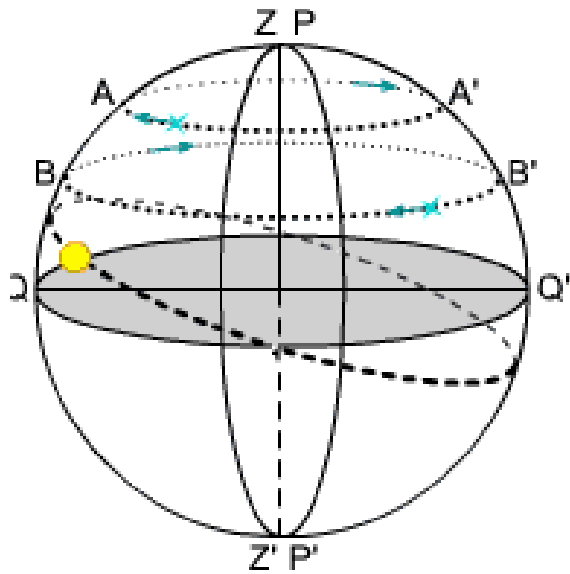
Equinox



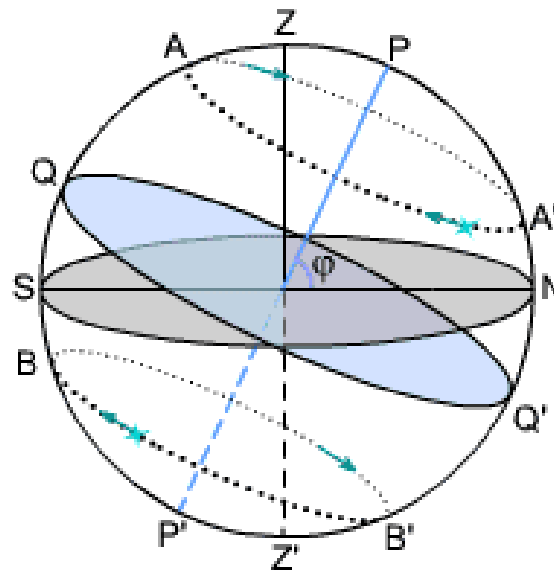
Winter
Solstice



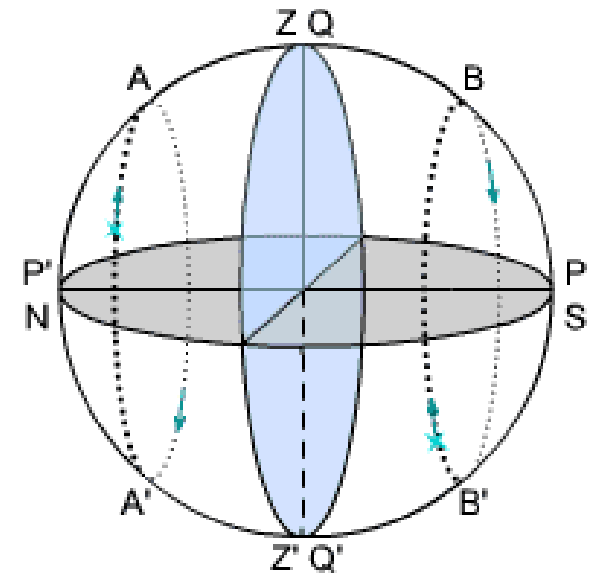
Вращение небесного свода



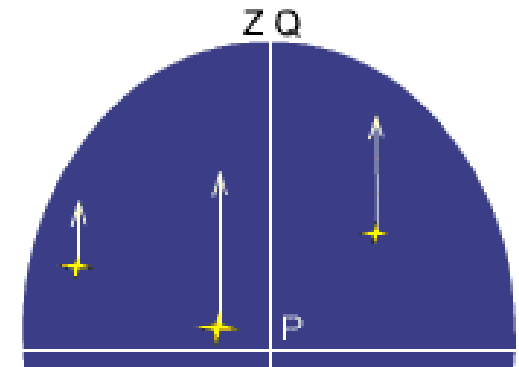
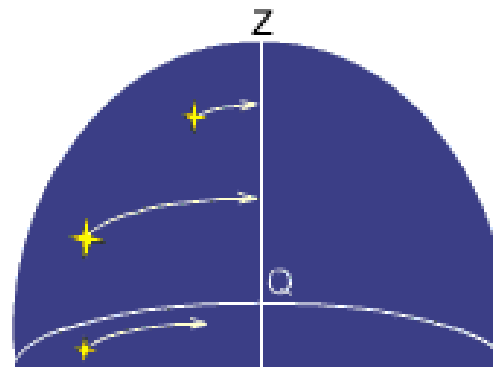
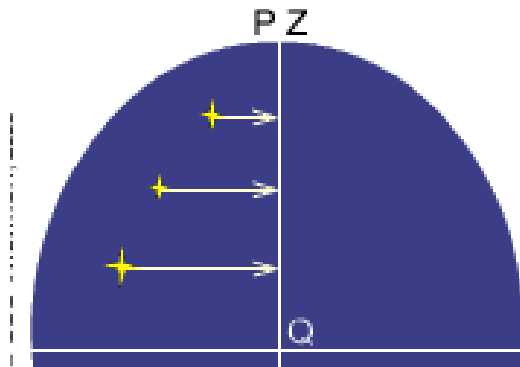
а) Северный полюс Земли



б) средние широты Земли



в) экватор Земли



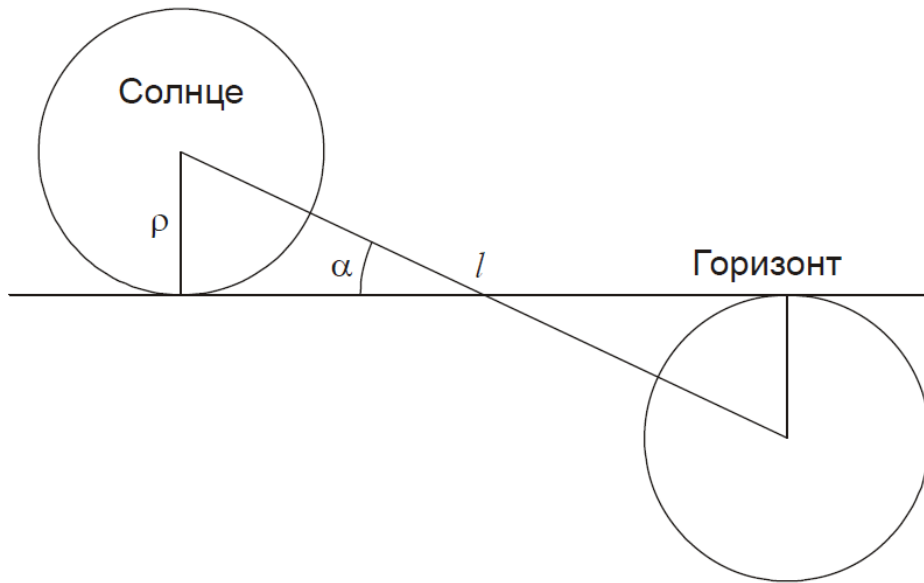
- Угловая скорость вращения неба не одинаковая!
- $\omega_{\text{неба}} = \omega_0 \cos \delta$, только на экваторе она равна $15^\circ/\text{час}$







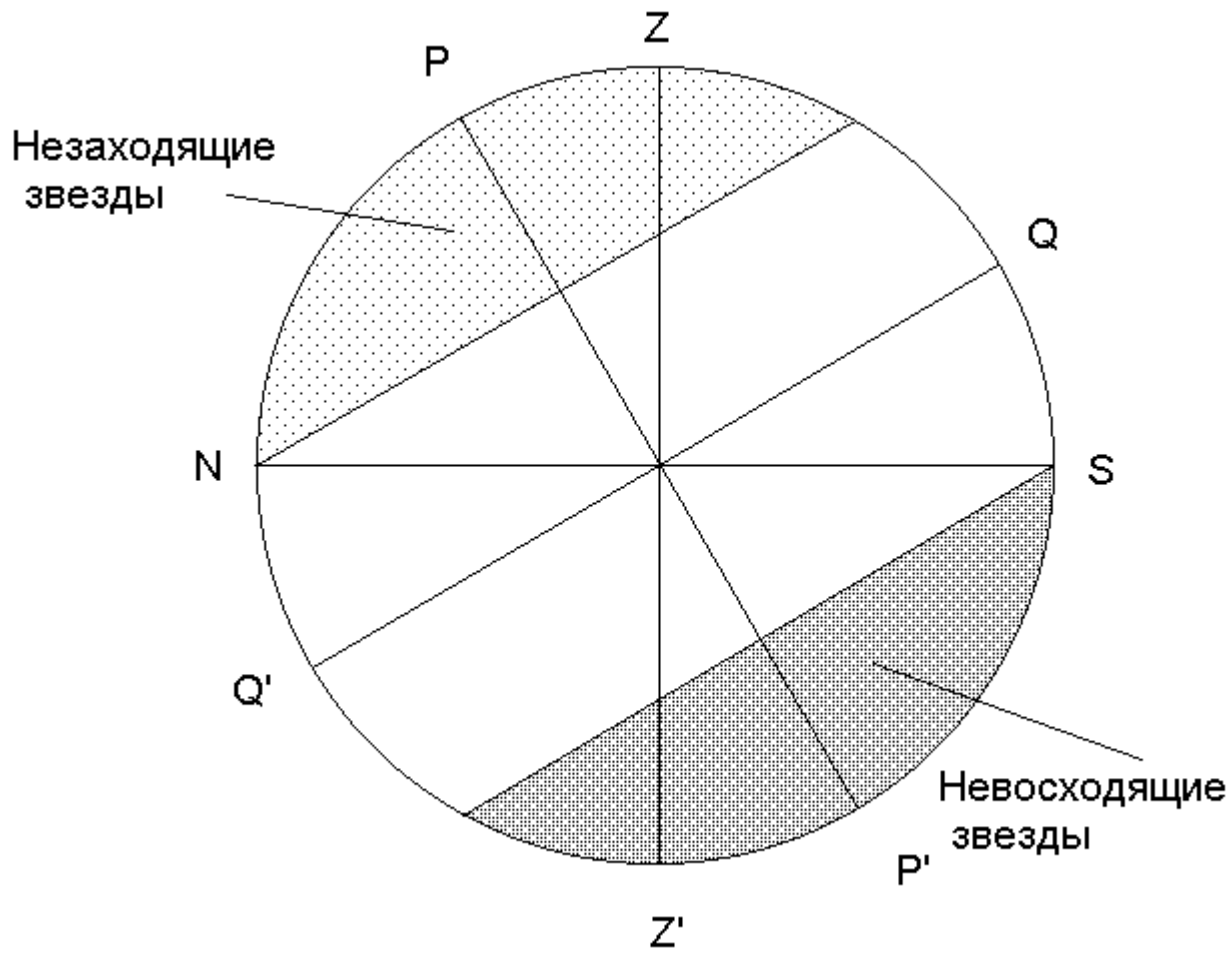
Задачи восход и заход светил



- Любитель астрономии, не двигаясь по поверхности Земли, заметил, что заход Солнца за горизонт продолжался ровно 3 минуты. В каком географическом районе России он находился? Орбиту Земли считать круговой, атмосферной рефракцией пренебречь.

- Длина дуги, пройденная Солнцем за время захода, равна:
- $l = t \cos \delta$
- Во время захода Солнце движется под углом α к горизонту.
- $\alpha = 90^\circ - \varphi \Rightarrow \rho = \frac{l \sin \alpha}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{2\rho}{t \cos \delta} \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{2\rho}{t}$
- $\varphi = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - \arcsin \frac{2\rho}{t} = \arccos \frac{2\rho}{t} \approx 45^\circ$
- На территории России эта параллель проходит только по самым южным районам – Крымскому полуострову, Северному Кавказу и Приморскому краю (с Курильскими островами)

Геометрия в астрономии



- Площадь сферы
 - $S = 4\pi R^2$
 - Или 4π стерадиан
 - $S = 4\pi \left(\frac{180}{\pi}\right)^2 \approx 41252$ кв. гр.
- Площадь сегмента сферы
 - $S_c = 2\pi Rh$
 - $S_c = 2\pi(1 - \cos \delta)$
- Количество звезд на всей небесной сфере
 - 6000





Pleiades

Capella

Auriga

Saturn

Hyades

Moon

Venus

Aldebran

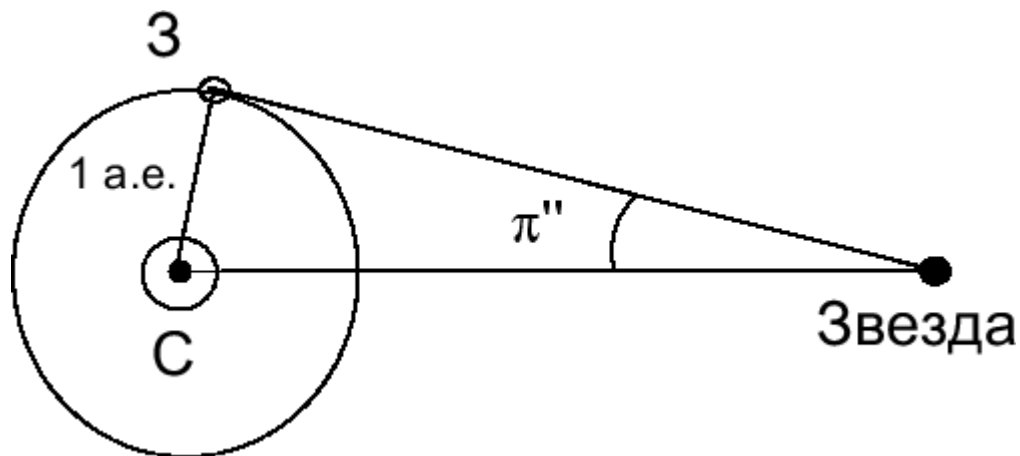
Jupiter

Mercury





Параллакс



- 1 пк = 206265 а.е.

- Параллакс

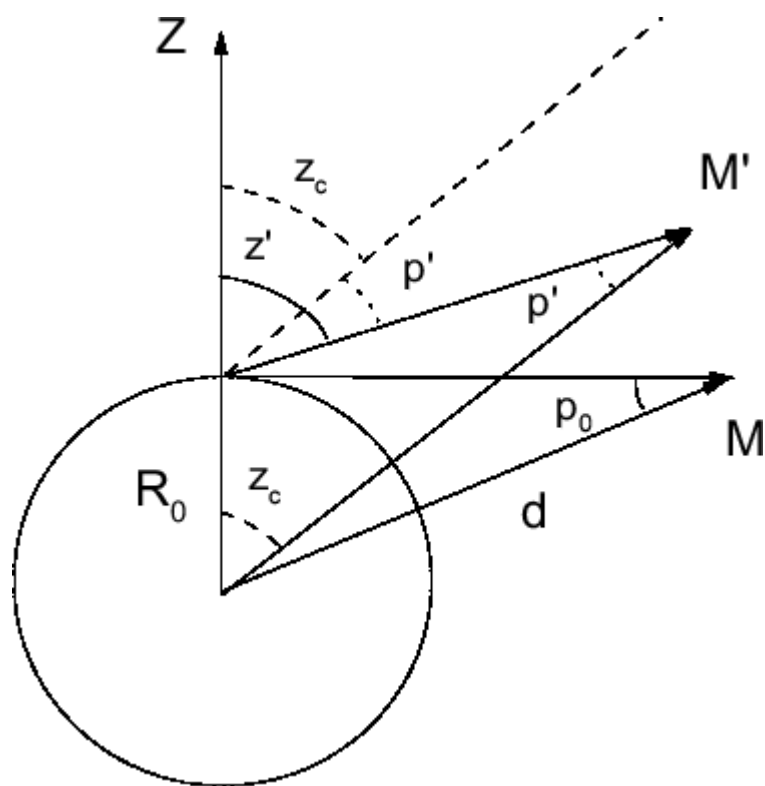
$$\sin p_0 = \frac{R_0}{d} \Leftrightarrow d = 206265'' \frac{R_0}{p_0''}$$

- Расстояние до звезд

- $R = \frac{1}{\pi''}$

- Малые углы

$$\sin \alpha \approx \frac{\alpha''}{206265''}$$



Долгота и время

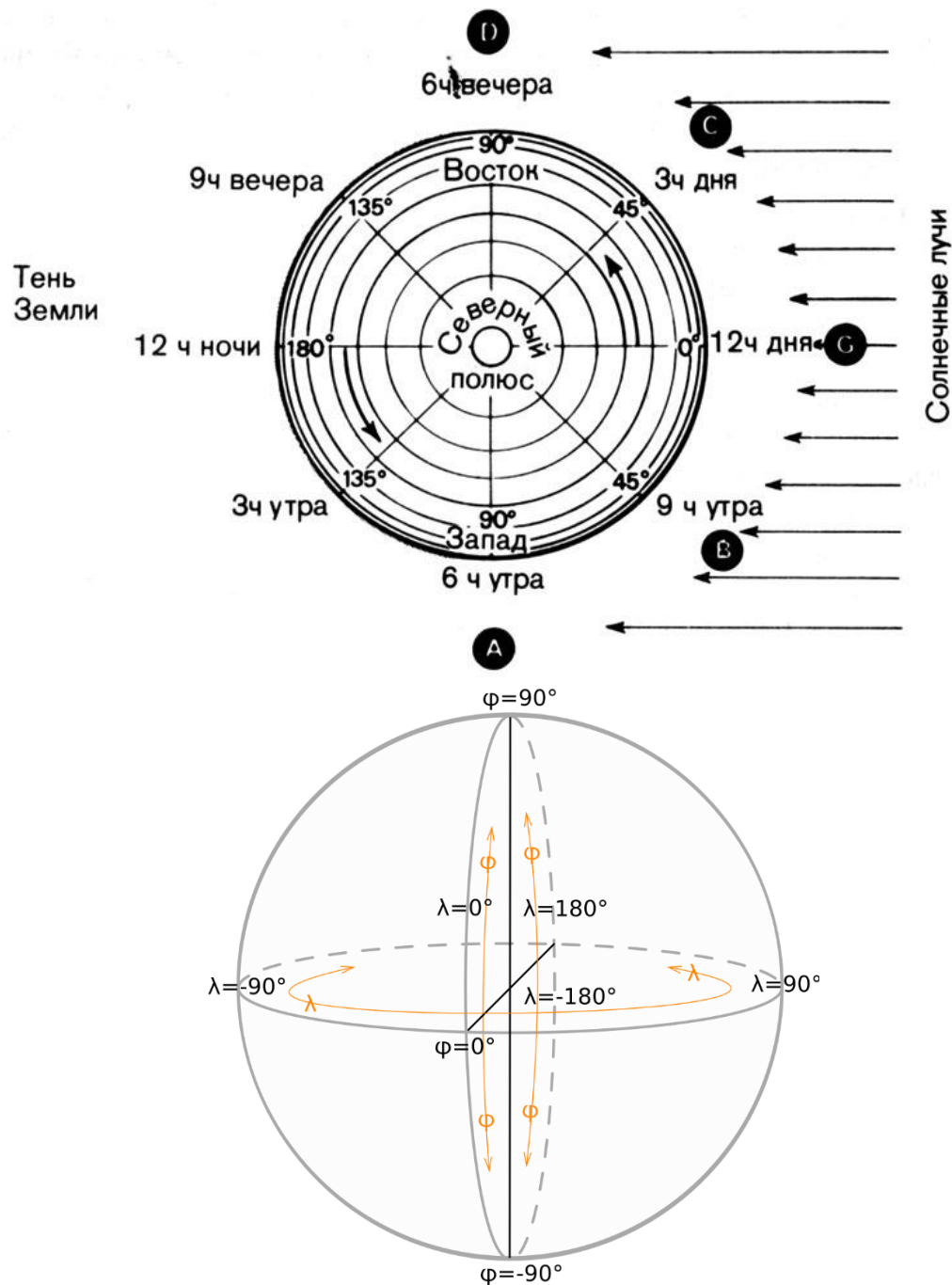
- **Долгота** - двугранный угол λ между плоскостью меридиана, проходящего через данную точку, и плоскостью начального нулевого меридиана, от которого ведётся отсчёт долготы. Долготу от 0° до 180° к востоку от нулевого меридиана называют восточной, к западу — западной. Восточные долготы принято считать положительными, западные — отрицательными.

Среднее солнечное время:

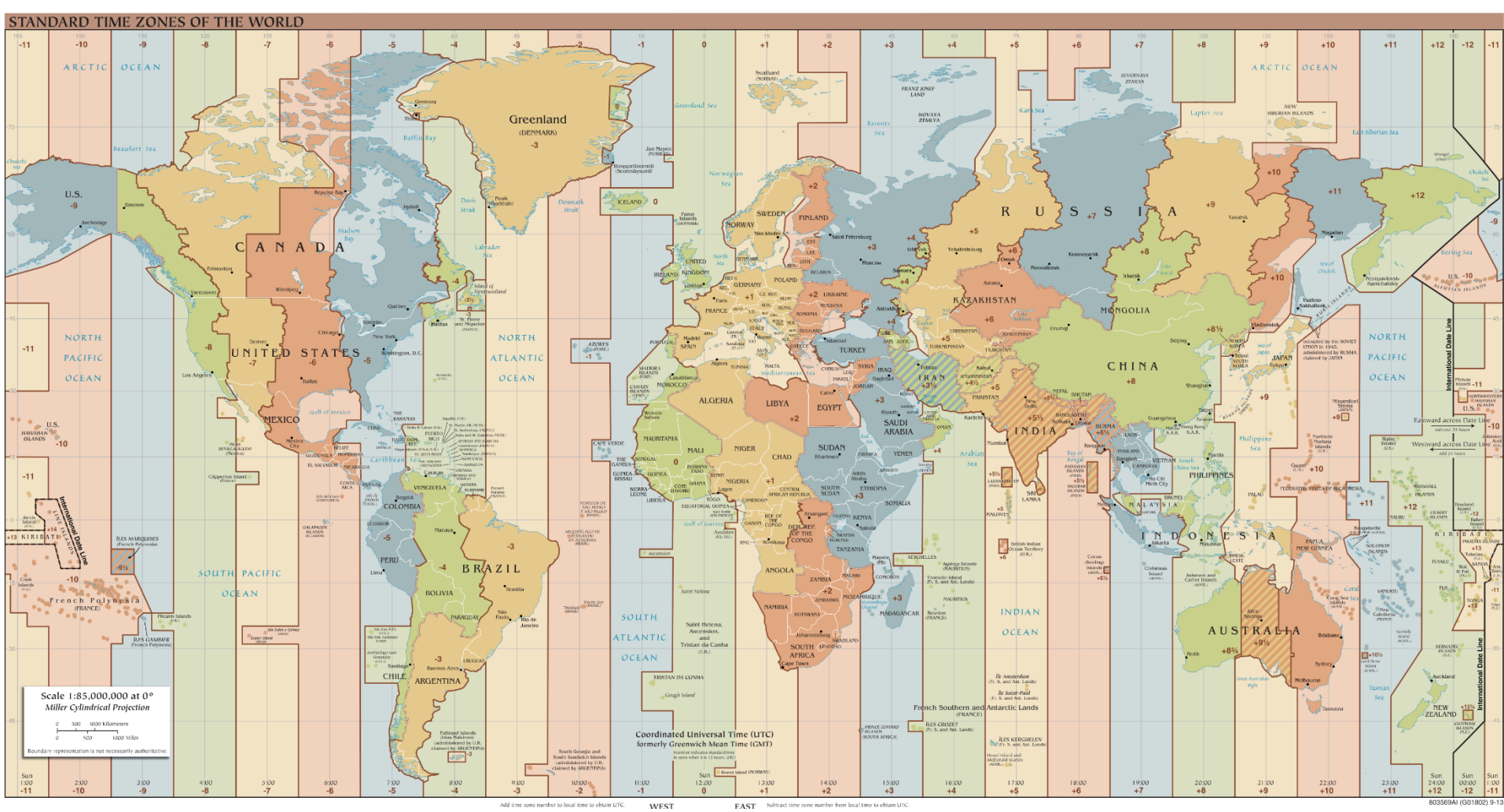
$$ST = UTC + \Delta\lambda$$

Восточная
отрицательная,
положительная

долгота
западная

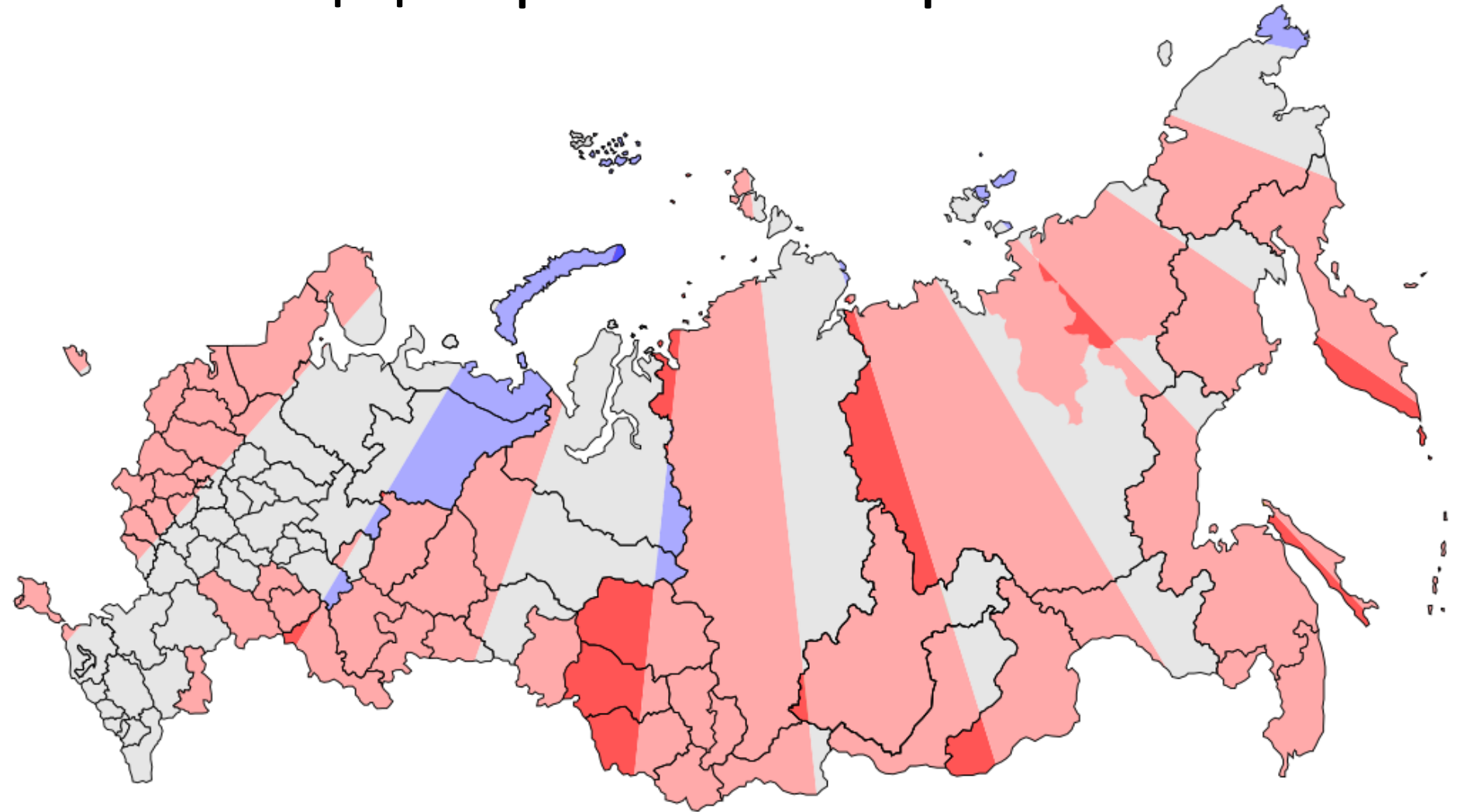


Часовые пояса



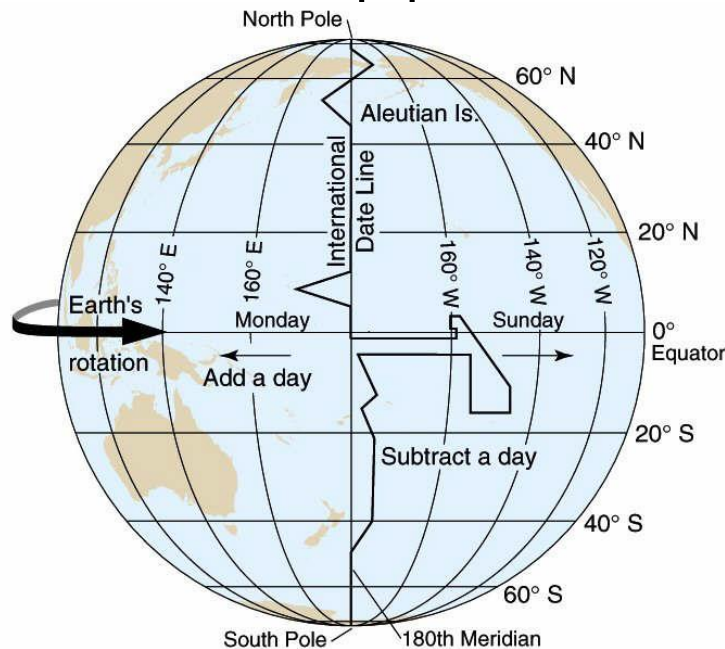
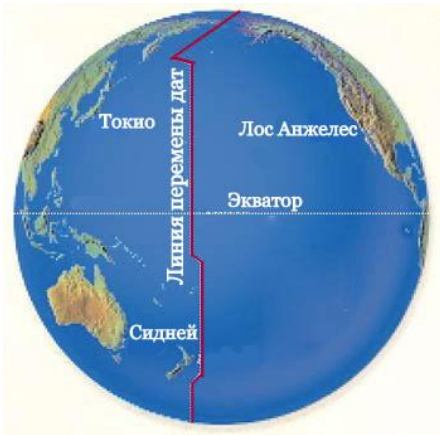
$$LT = UTC + n$$

Декретное время

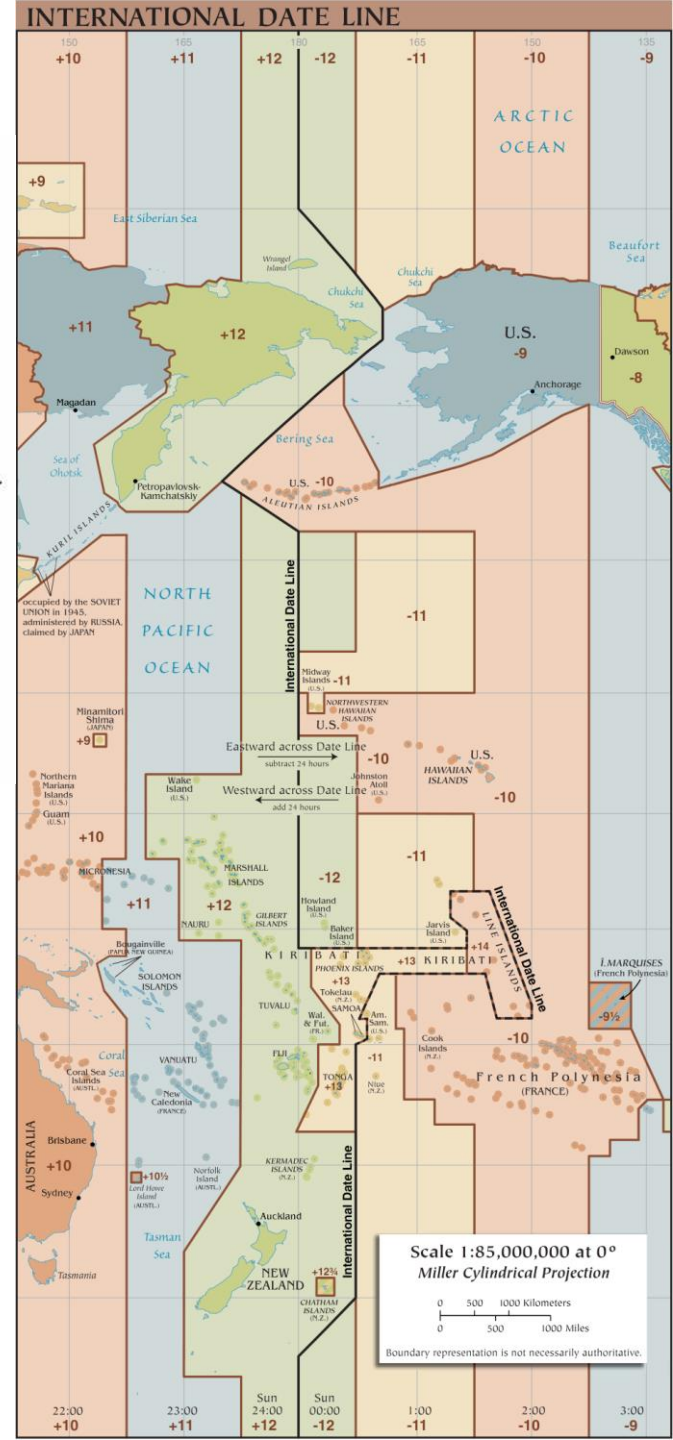
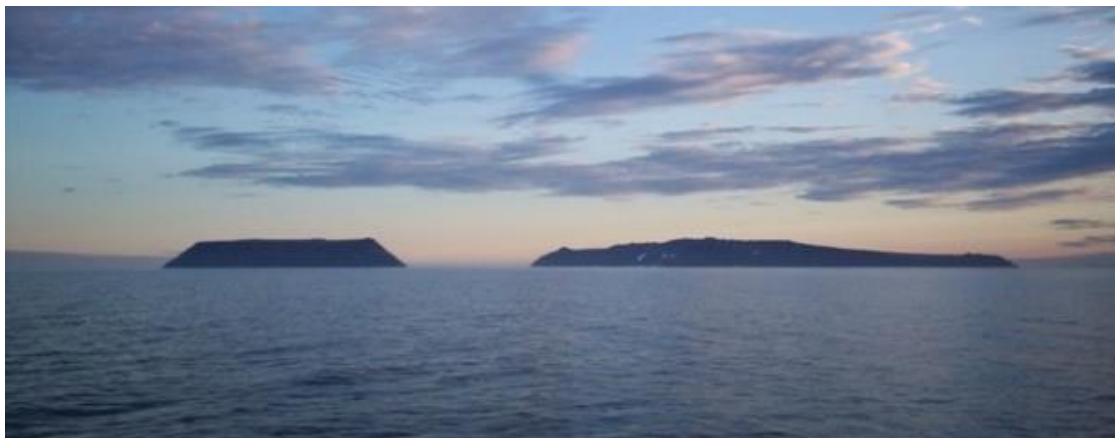


$$LT = UTC + n + D$$

Линия перемены дат

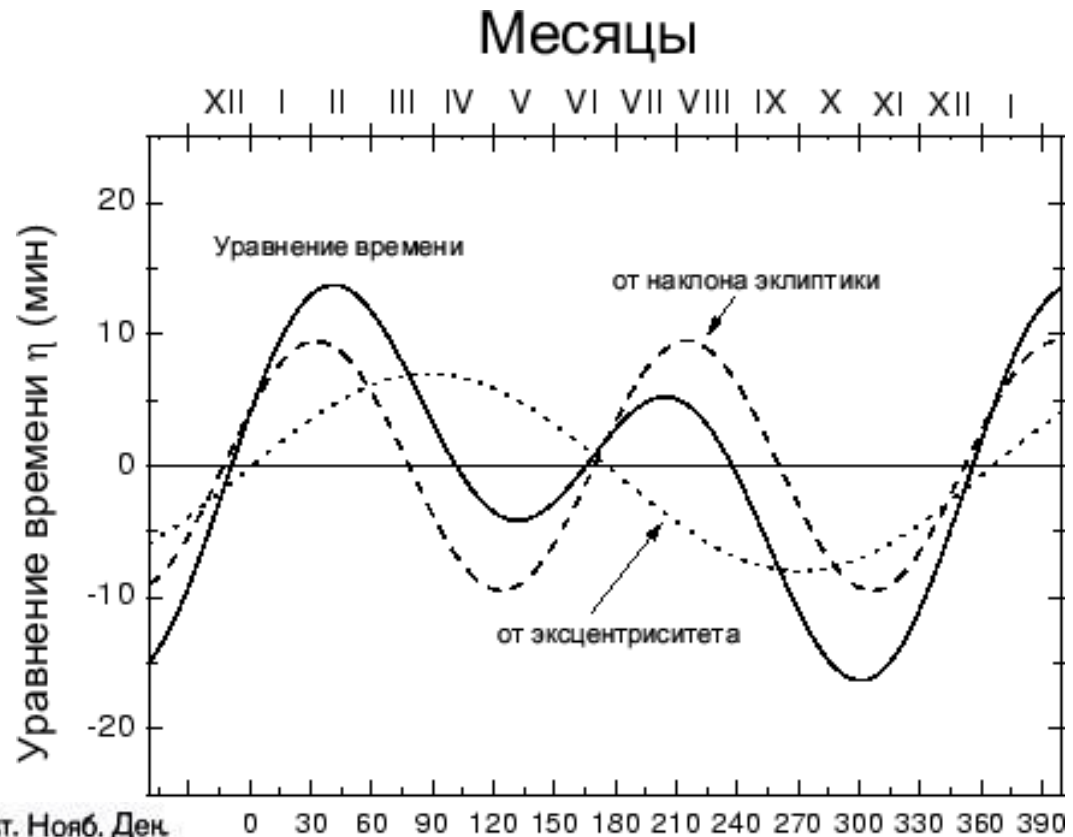


- **Линия перемены даты** - условная линия на поверхности земного шара, проходящая от полюса до полюса, по разные стороны которой местное время отличается на сутки (или почти на сутки).



Движение Солнца

- Неравномерное
- Проекция на небесный экватор
- Эллиптичность орбиты

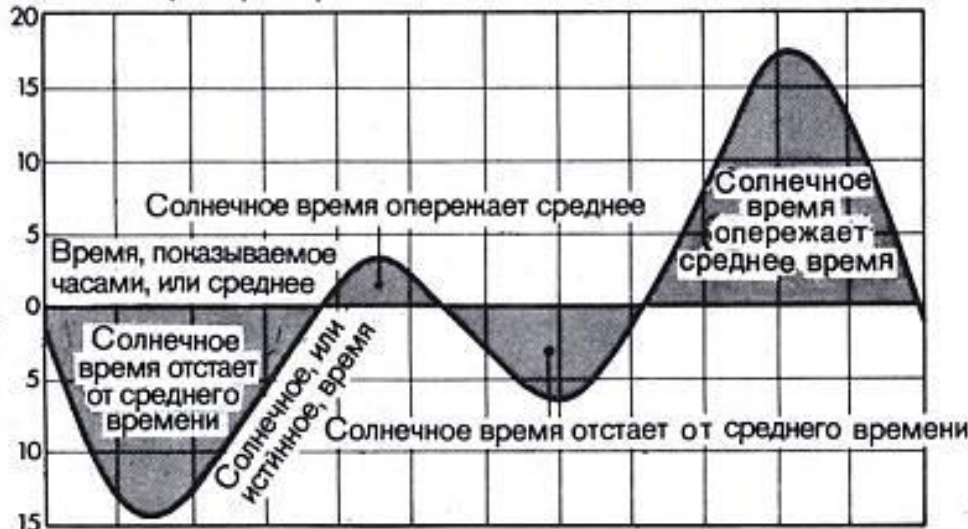


Дни года

уравнение времени определяется как разность часовых углов экваториального солнца и истинного солнца

$$\eta = MST - TST$$

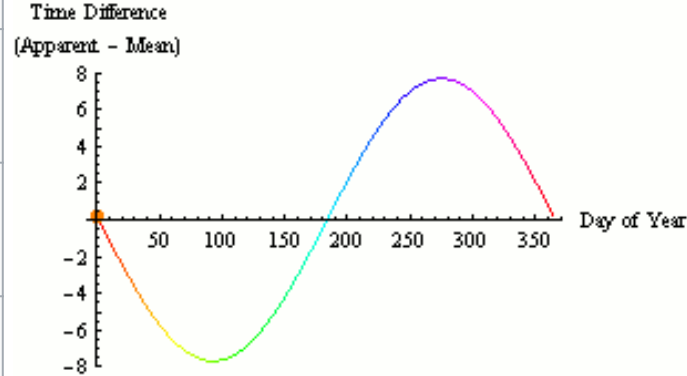
Янв. Февр. Март Апр. Май Июнь Июль Авг. Сент. Окт. Ноябрь. Дек.



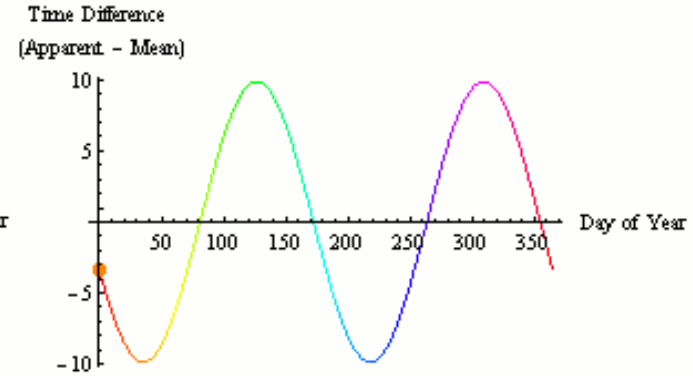
Уравнение времени

Точка	Значение	Дата
Мин.	-14 м 15 с	11.02
0	0 м 0 с	15.04
Макс.	+3 м 41 с	14.05
0	0 м 0 с	13.06
Мин.	-6 м 30 с	26.07
0	0 м 0 с	01.09
Макс.	+16 м 25 с	03.11
0	0 м 0 с	25.12

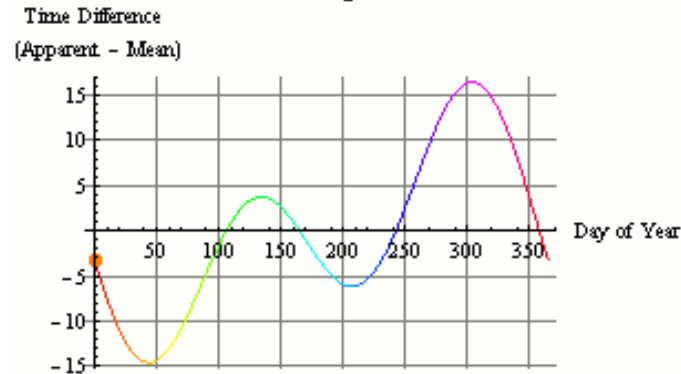
Effect of Orbit Eccentricity



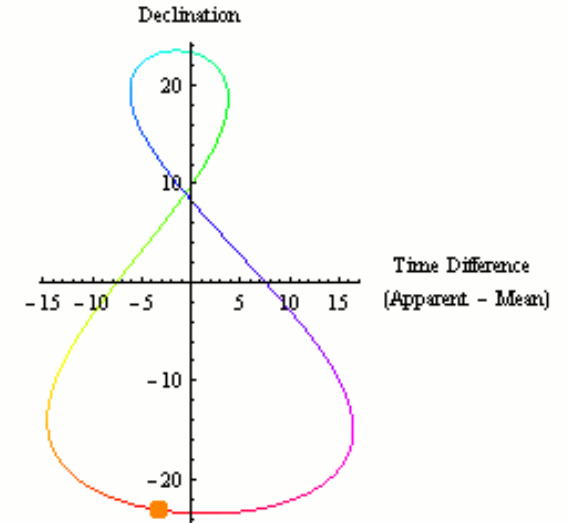
Effect of Obliquity



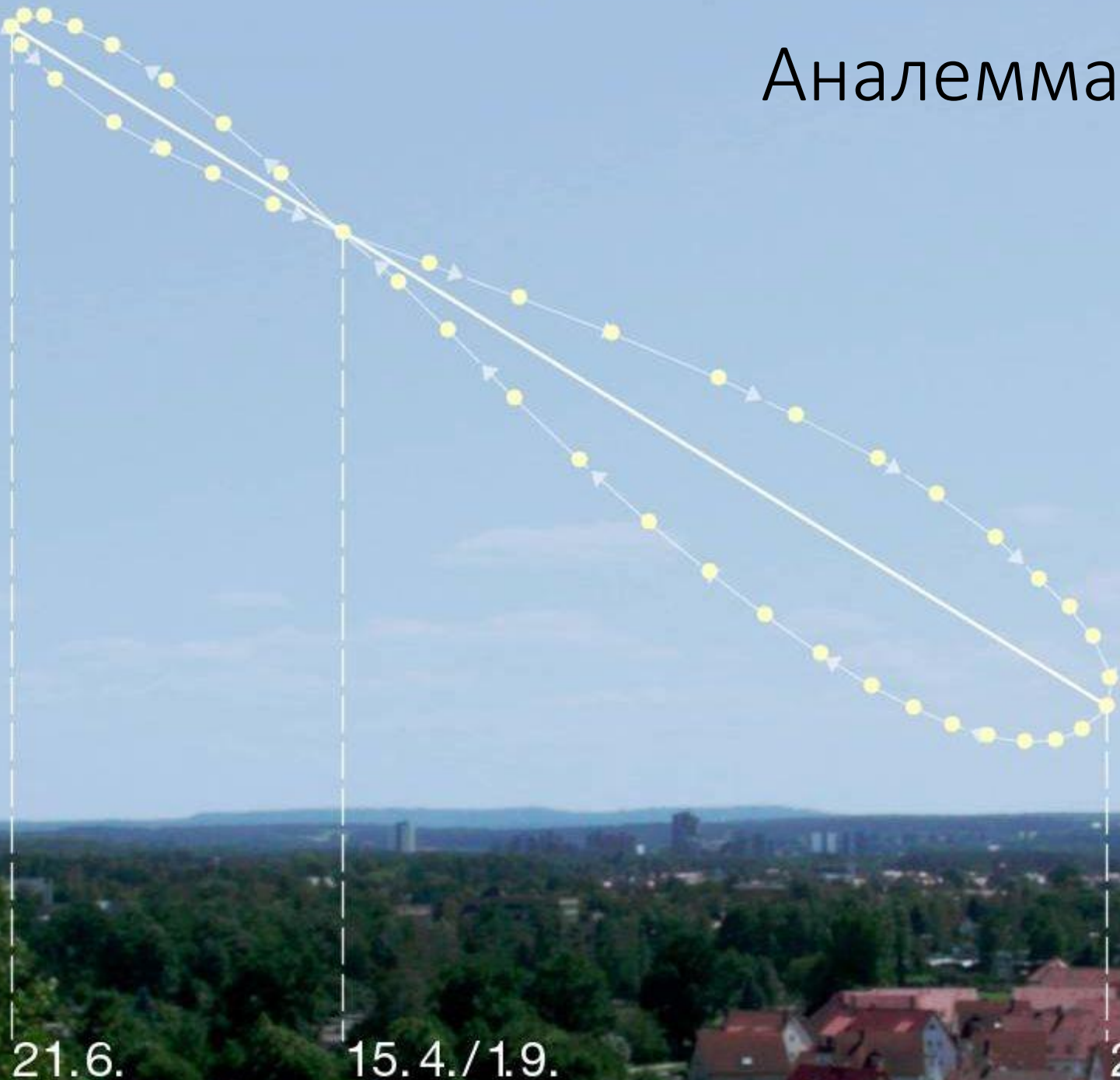
Combined Effects (Equation of Time)



Sun Position Trace (Analemma)



Аналемма

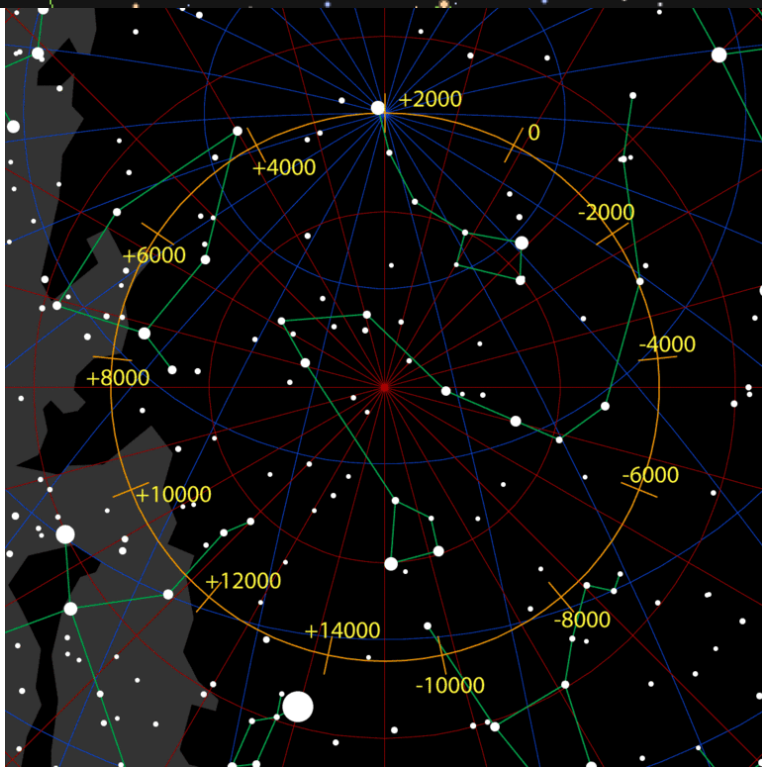
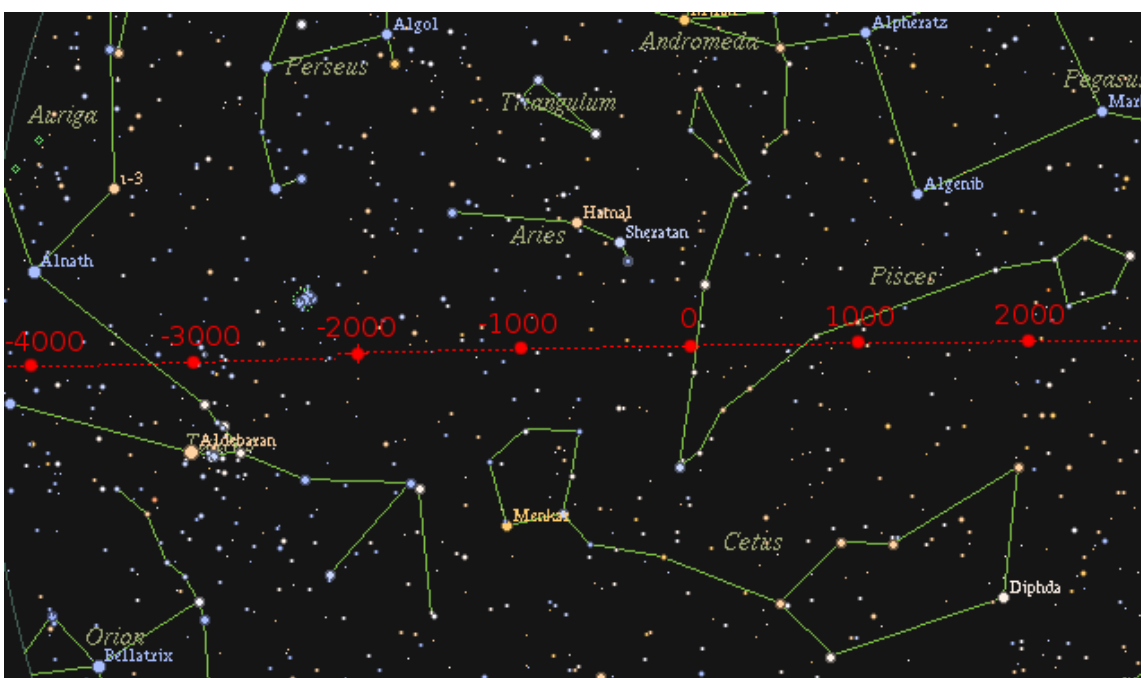
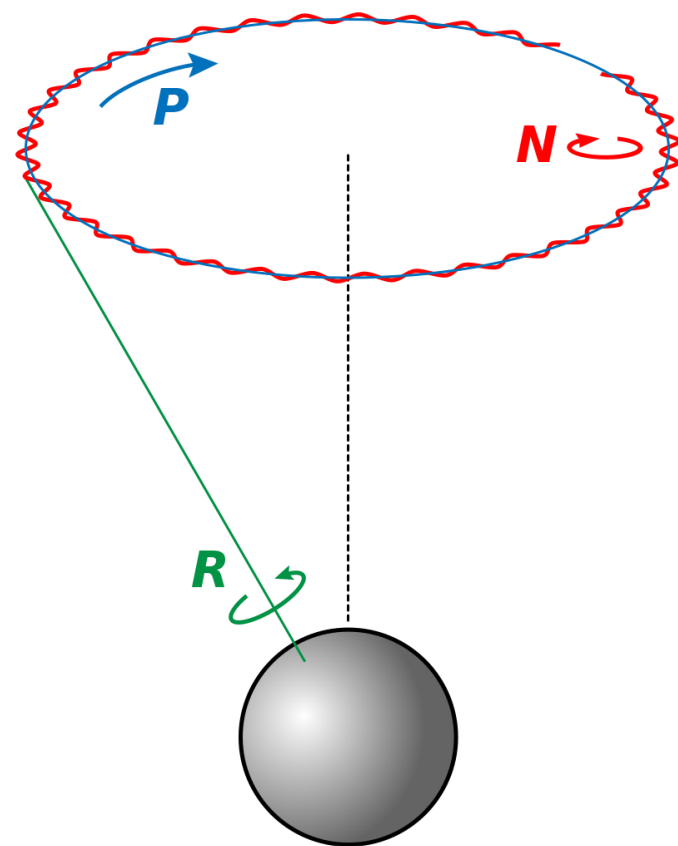


Календарь

- Сутки
 - Восход и заходы Солнца
- Месяц
 - Фазы Луны
- Дни недели
 - Количество светил на небе
- Тропический год
 - 365,24220 суток
- Юлианский календарь
 - 365,25 суток
- Григорианский календарь
 - 365,2425 суток



Прецессия



- Период прецессии ~ 26 000 лет

Разница Календарей

- За какое время Юлианский и Григорианский календари расходятся на одни сутки?



new Auction
торговая площадка
papyrus-2009
newauction.ru

- Определим какая разница накапливается между календарями за один год григорианского календаря:

$$\Delta T = 365,25 - 365,2425 = 0,0075 \text{ суток/год}$$

- Определим за сколько накопятся одни сутки:

$$t = \frac{t_{\text{разницы}}}{\Delta T} = \frac{1}{0,0075} = 133,3 \text{ года} \Rightarrow 134 \text{ года}$$

Первая космическая скорость

- Центробежное ускорение

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R_{\oplus} + h}$$

- Ускорение свободного падения

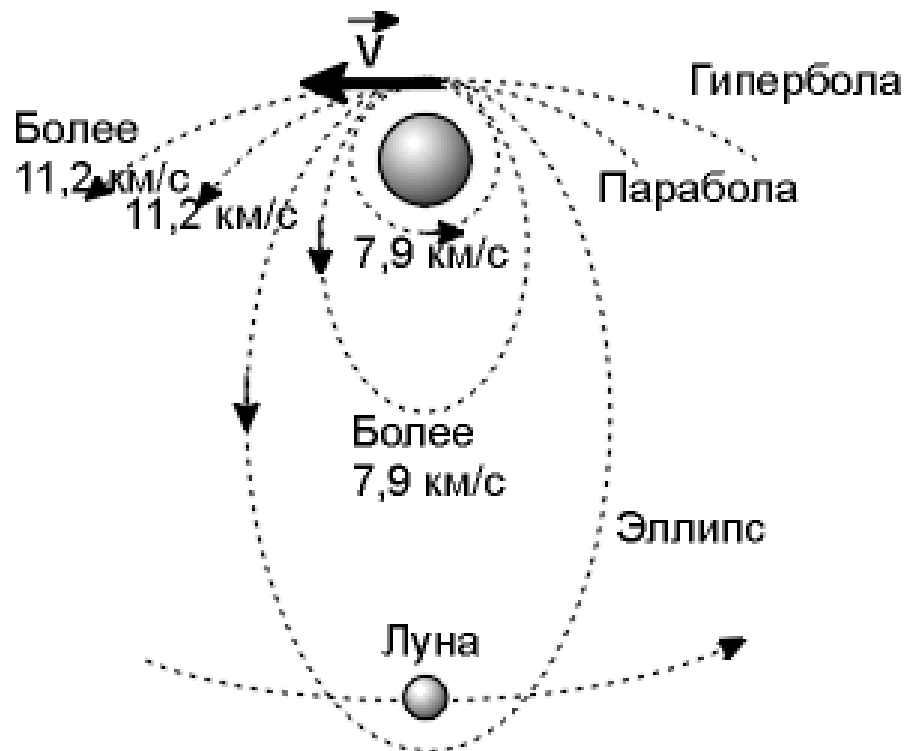
$$g_{\oplus} = \frac{GM_{\oplus}}{(R_{\oplus} + h)^2}$$

- Равенство

$$a_{ц} = g_{\oplus} \Rightarrow \frac{GM_{\oplus}}{(R_{\oplus} + h)^2} = \frac{v^2}{R_{\oplus} + h} \Rightarrow v_I = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}}$$

- Частный случай - $R_{\oplus} \gg h$

$$v_I = \frac{2\pi(R_{\oplus} + h)}{T} = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}} = \sqrt{\frac{G \frac{4}{3} \pi R_{\oplus}^3 \rho_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{3\pi R_{\oplus}^3 \left(1 + \frac{h}{R_{\oplus}}\right)^3}{G \rho_{\oplus} R_{\oplus}^3}} \approx \sqrt{\frac{3\pi}{G \rho_{\oplus}}}$$



Задача на первую космическую скорость

- На какой высоте от Земли первая космическая скорость в двое меньше чем вблизи поверхности Земли? Как изменится период обращения спутника?
- Решение

$$V_I = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}}$$

Значит отношение скоростей будет равно

$$\frac{V_{I,0}}{V_{I,1}} = \sqrt{\frac{R_{\oplus} + h}{R_{\oplus}}} = 2 \Rightarrow h = 3R_{\oplus} = 3 \cdot 6400 = 19200 \text{ км}$$

Значит отношение периодов обращения будет равно

$$\frac{T_0}{T_1} = \frac{\frac{2\pi R_{\oplus}}{V_{I,0}}}{\frac{2\pi(R_{\oplus} + h)}{V_{I,1}}} = \frac{V_{I,1}}{V_{I,0}} \cdot \frac{R_{\oplus}}{R_{\oplus} + h} = \frac{1}{8}$$

Вторая космическая скорость

- Типы орбит – Эллипс

$$\frac{mV^2}{2} - G \frac{Mm}{a} < 0$$

- Типы орбит – Парабола

$$\frac{mV^2}{2} - G \frac{Mm}{a} = 0$$

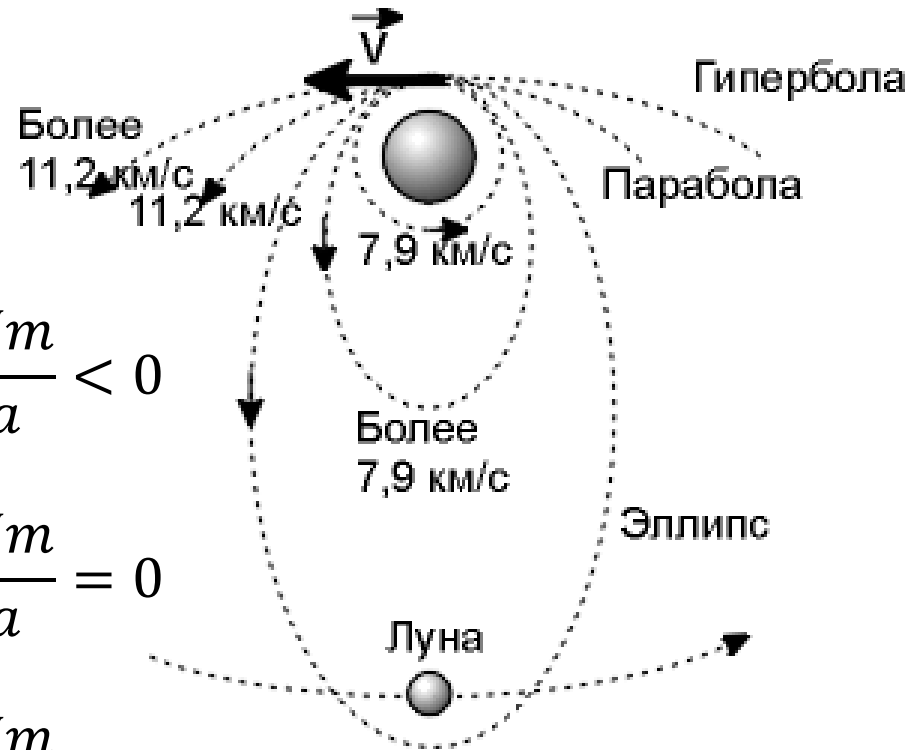
- Типы орбит – Гипербола

$$\frac{mV^2}{2} - G \frac{Mm}{a} > 0$$

- Кинетическая и потенциальная энергии

$$\frac{mV^2}{2} - G \frac{Mm}{a} = 0 \Rightarrow V_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{a}} \Rightarrow \frac{V_{II}}{V_I} = \sqrt{2}$$

- Вывод второй космической скорости



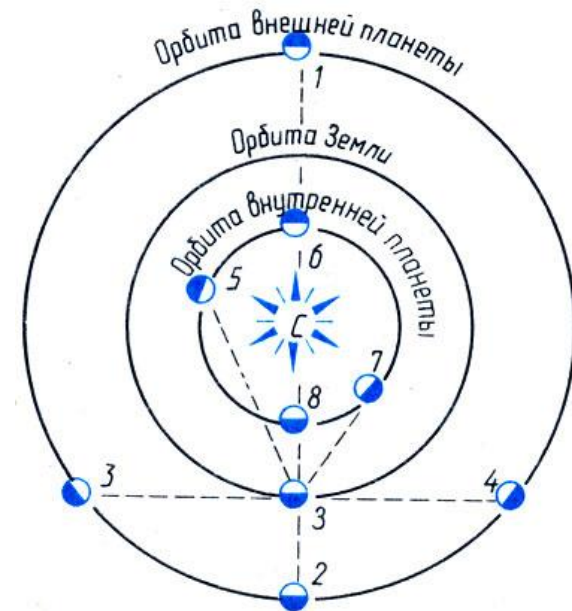
Задача на вторую космическую скорость



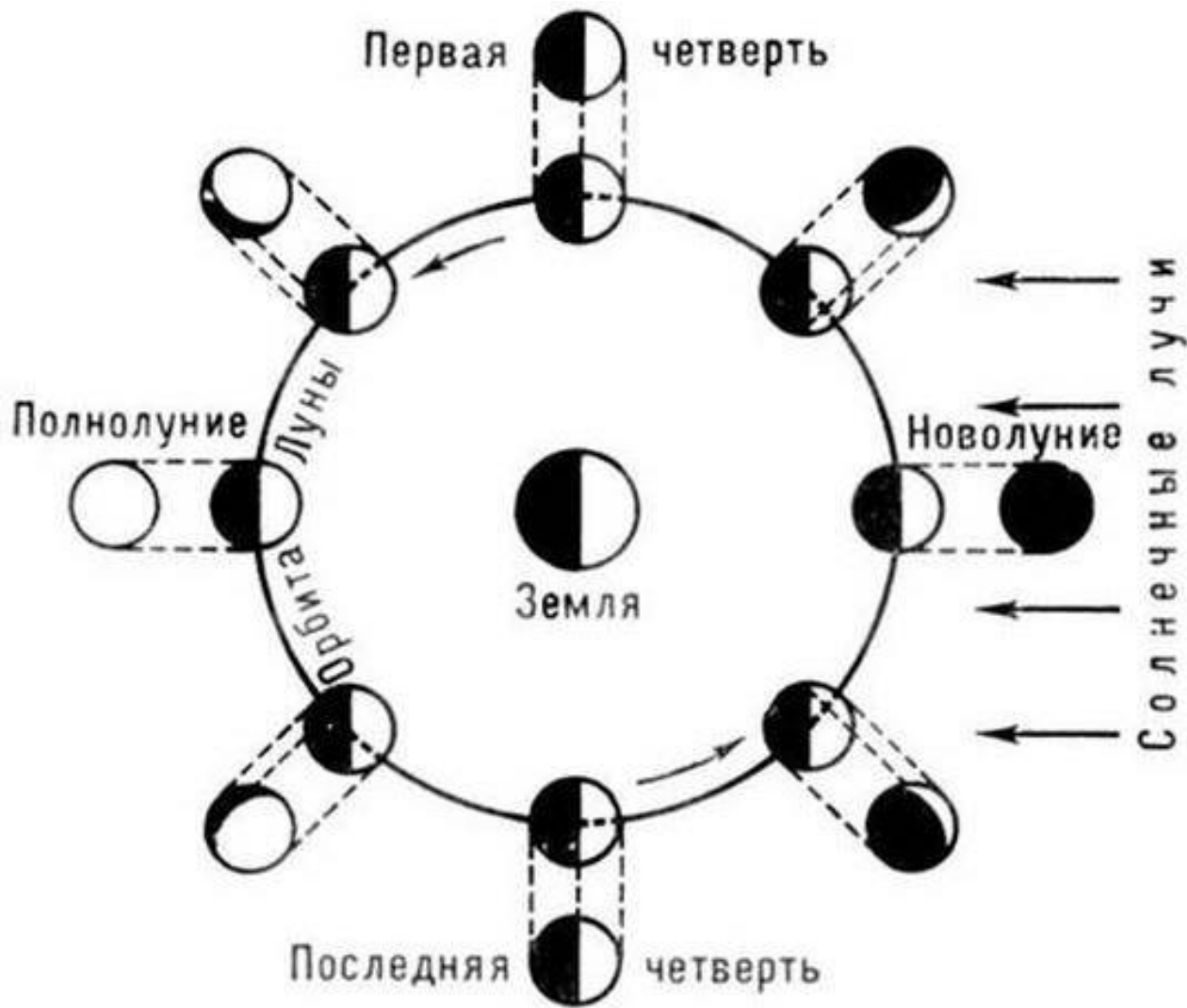
- С какой максимальной скоростью метеорные тела могут попадать в атмосферу Земли?

- Решение

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_I + V_{II} = V_I(\sqrt{2} + 1) = V_I \\ &= \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{a_{\oplus}}} (\sqrt{2} + 1) \\ &= \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{1,5 \cdot 10^{11}}} (\sqrt{2} + 1) \approx 73 \text{ км/сек}\end{aligned}$$

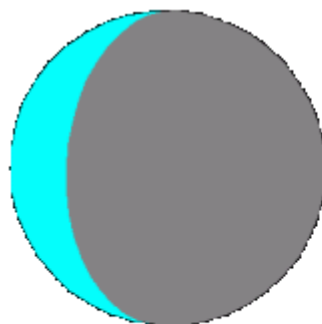


Фазы Луны

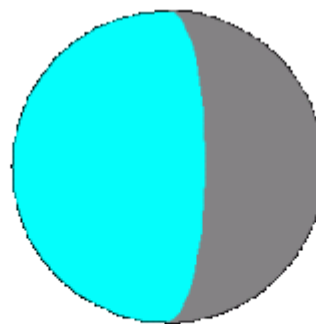


Фаза

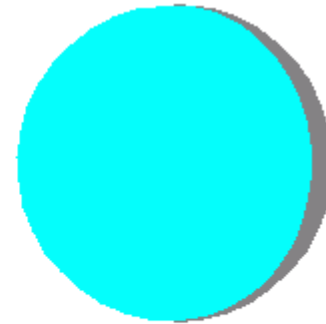
$$\Phi = \frac{d}{D} = \frac{S_{\text{освещенное}}}{S_{\text{всего диска}}} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$



$\Phi = 0.18$
 $\Psi = 130^\circ$



$\Phi = 0.62$
 $\Psi = 76^\circ$



$\Phi = 0.94$
 $\Psi = 28^\circ$

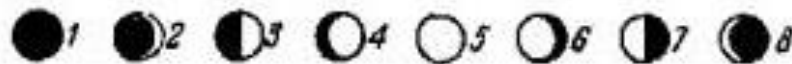
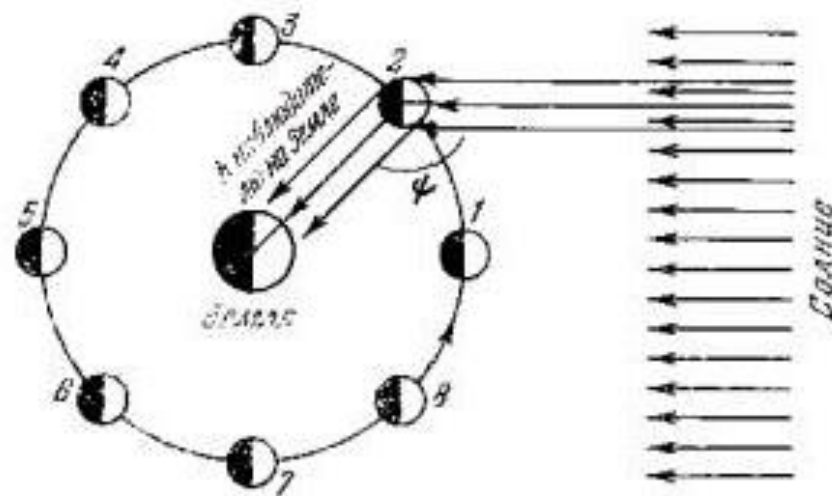
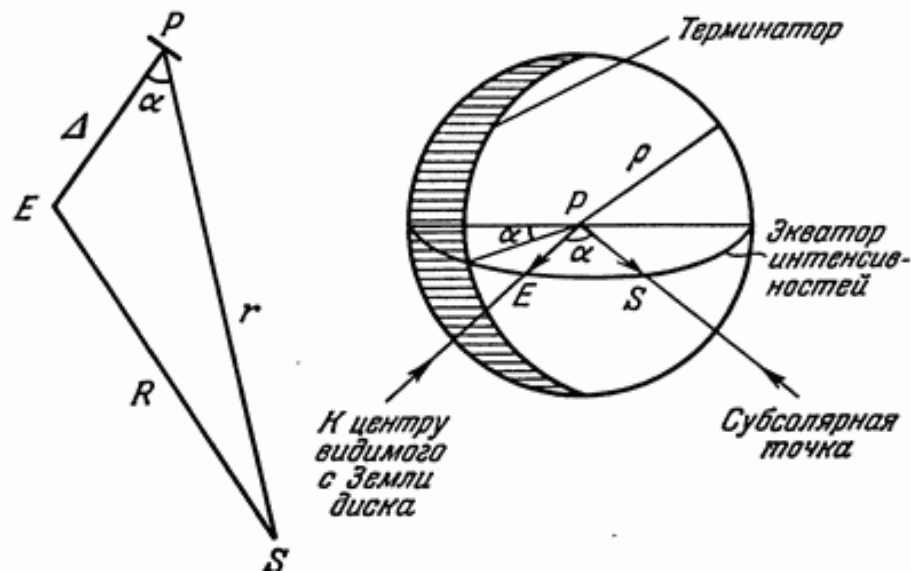


Рис. 5б. Фазы Луны.

Задача на фазу планет

- Какова фаза Марса в моменты положения планеты в 90° от Солнца на эклиптике? Орбиты Земли и Марса считать круговыми и лежащими в одной плоскости.

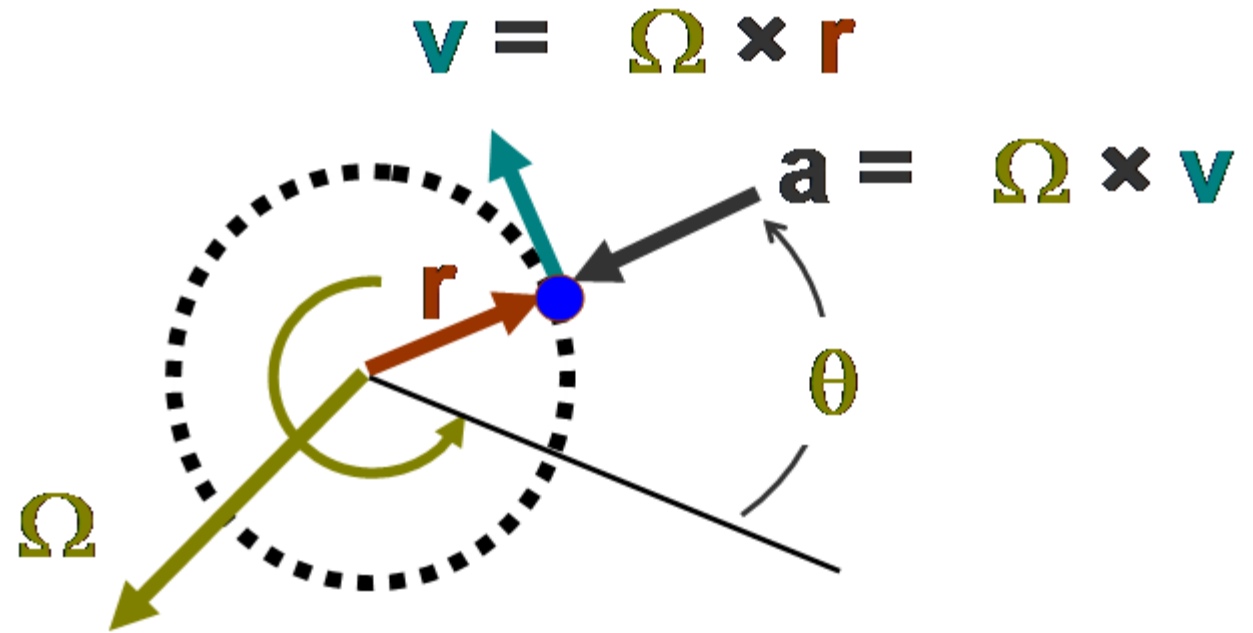
$$\Phi = \frac{d}{D} = \frac{S_{\text{освещенное}}}{S_{\text{всего диска}}} = \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

- $\sin \alpha = \frac{a_{\text{Земли}}}{a_{\text{Марса}}} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow \alpha \approx 41,8^\circ$

- Значит $\Phi = 0,87$



Круговое движение



- Угловая скорость
- $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{V}{R}$
- Связь линейной и угловой скорости
- $V = \omega \cdot R$
- Случай сонаправленного движения
- $\omega_{\Sigma} = \omega_1 - \omega_2$
- Случай разнонаправленного движения
- $\omega_{\Sigma} = \omega_1 + \omega_2$

Синодический и сидерический периоды

- **Сидерический период** обращения – период обращения планеты относительно направления на далекие звезды
- **Синодический период обращения** – период обращения относительно направления планета наблюдения – Солнце или период повторения относительного положения трех тел Солнца, планеты с которой мы наблюдаем и наблюдаемой планеты
- Случай внутренней планеты

$$\begin{aligned} \frac{\omega_{\text{синодического периода}}}{2\pi} &= \frac{\omega_{\text{планеты}}}{2\pi} - \frac{\omega_{\oplus}}{2\pi} \\ \frac{T_{\text{синодического периода}}}{1} &= \frac{T_{\text{планеты}}}{1} - \frac{T_{\oplus}}{1} \\ \Rightarrow \frac{1}{S} &= \frac{1}{T_{\text{п}}} - \frac{1}{T_{\oplus}} \Rightarrow T_{\text{синодического периода}} = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{\text{планеты}}}{T_{\oplus} - T_{\text{планеты}}} \end{aligned}$$

- Случай внешней планеты

$$\begin{aligned} \frac{\omega_{\text{синодического периода}}}{2\pi} &= \frac{\omega_{\oplus}}{2\pi} - \frac{\omega_{\text{планеты}}}{2\pi} \\ \frac{T_{\text{синодического периода}}}{1} &= \frac{T_{\oplus}}{1} - \frac{T_{\text{планеты}}}{1} \\ \Rightarrow \frac{1}{S} &= \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{\text{п}}} \Rightarrow T_{\text{синодического периода}} = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{\text{планеты}}}{T_{\text{планеты}} - T_{\oplus}} \end{aligned}$$

Задачи на синодический период

- Найдите синодический период планеты Марс?
- Решение

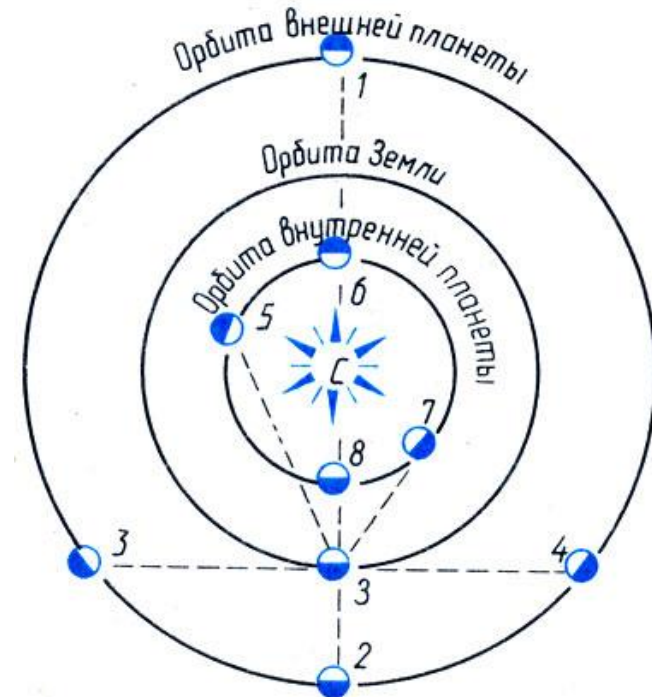
$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{\Pi}}$$

Период Марса из справочных данных – 1,88 года

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{\Pi}} \Rightarrow T_{\text{Марса}} = \frac{T_{\oplus} \cdot T_{\text{Марса}}}{T_{\text{Марса}} - T_{\oplus}} = \frac{1 \cdot 1,88}{1,88 - 1} \approx 2,14 \text{ года}$$

Конфигурации планет

- Внутренние планеты
 - 8 - Нижнее соединение
 $l = 0^\circ \Phi = 0$
 - Западная элонгация
 $l = \alpha_{\text{макс}} \Phi = 0,5$
 - 6 - Верхнее соединение
 $l = 0^\circ \Phi = 1$
 - Восточная элонгация
 $l = \alpha_{\text{макс}} \Phi = 0,5$
- Внешние планеты
 - 1 - Соединение
 $l = 0^\circ \Phi = 1$
 - 4 - Восточная квадратура
 $l = 90^\circ \Phi = \Phi_{\text{минимальная}}$
 - 2 - Противостояние
 $l = 180^\circ \Phi = 1$
 - 3 - Восточная квадратура
 $l = 90^\circ \Phi = \Phi_{\text{минимальная}}$



Задача на конфигурации планет

- На какой максимальный угол по эклиптике отходит планета Венера и Земля от Солнца на небе Марса? Орбиты всех планет считать круговыми.

• Решение

$$\sin \alpha = \frac{a_{\text{Земли}}}{a_{\text{Марса}}} = \frac{1}{1,5} \Rightarrow \alpha \approx 42^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{a_{\text{Венеры}}}{a_{\text{Марса}}} = \frac{0,7}{1,5} \Rightarrow \alpha \approx 28^\circ$$



Эллипс

- Свойства эллипса

$$F_1X + F_2X = 2a \quad S = \pi ab$$

- Фокальное расстояние

$$c = ea$$

- Большая полуось

$$a = \frac{Q + q}{2}$$

- Малая полуось

$$b = a\sqrt{1 - e^2}$$

- Эксцентриситет

$$e = \frac{c}{a} = \sqrt{1 - \left(\frac{b}{a}\right)^2} = \frac{Q - q}{Q + q}$$

- Фокальный параметр

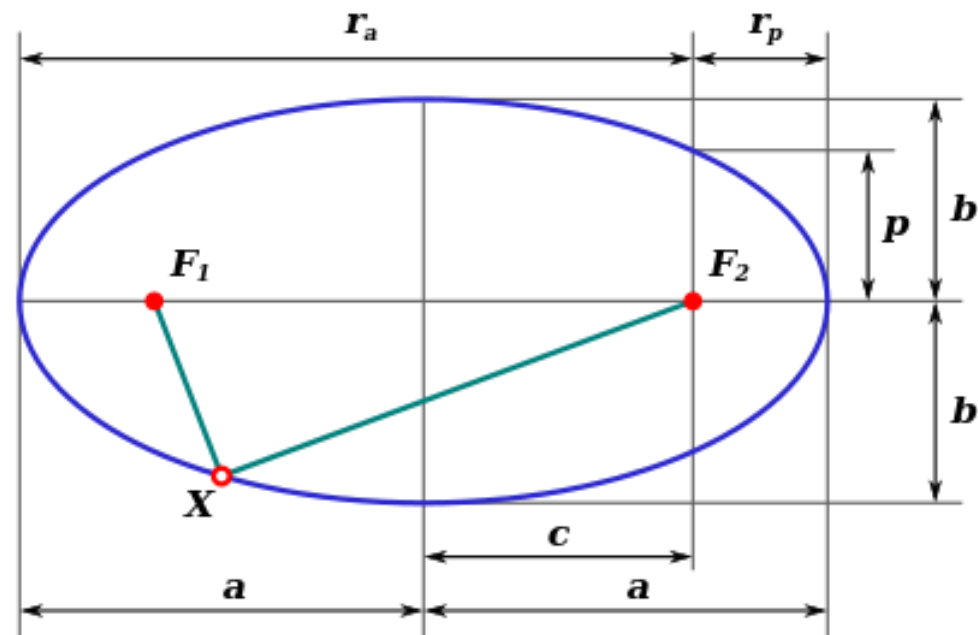
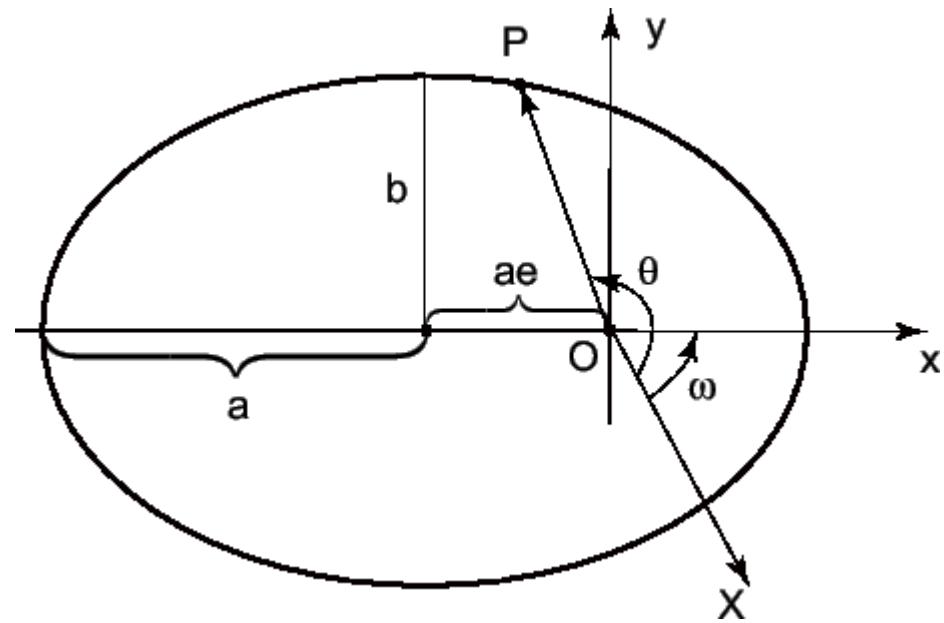
$$p = \frac{b^2}{a} = a(1 - e^2)$$

- Перигей (периастр)

$$q = a - c = a(1 - e)$$

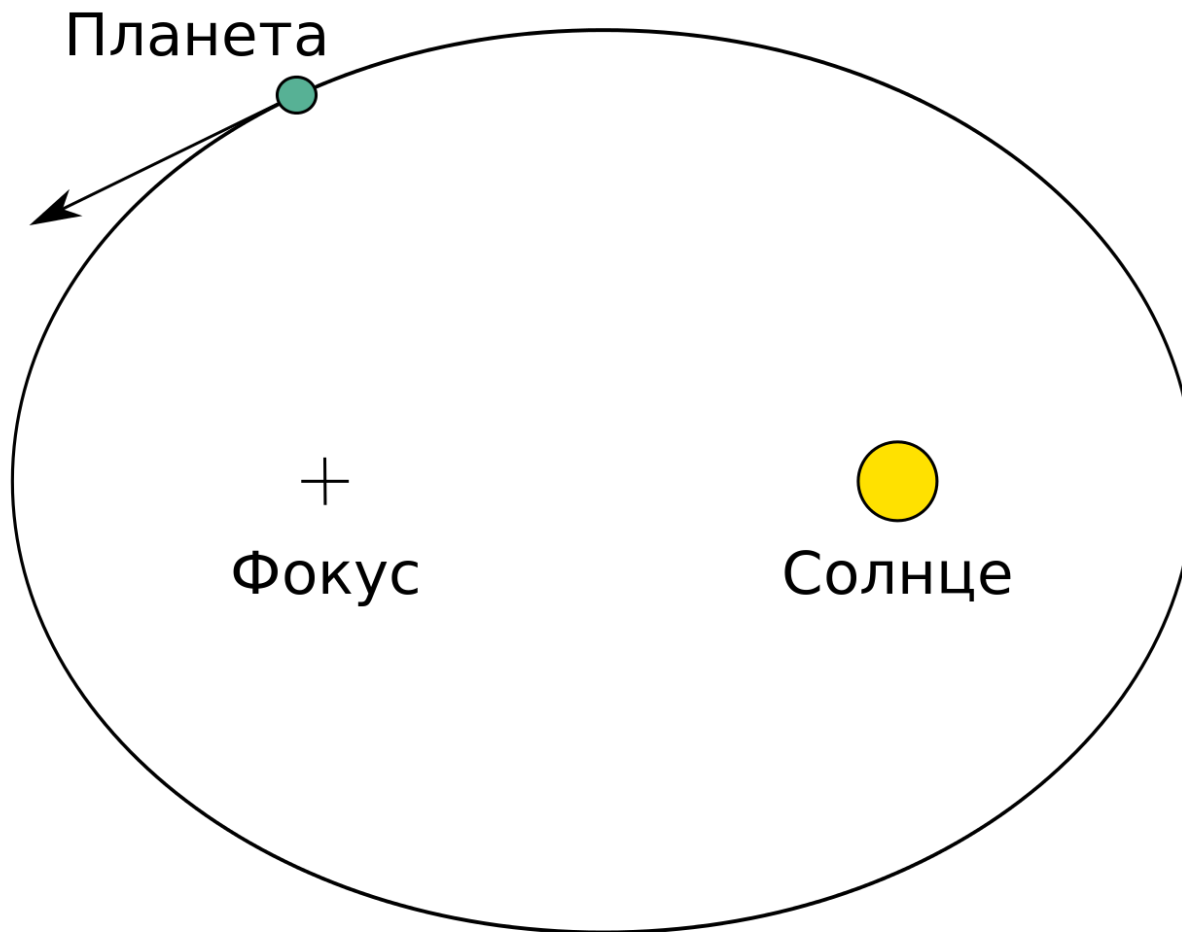
- Апогей (Апоастр)

$$Q = a + c = a(1 + e)$$



Первый закон Кеплера

- Каждая планета Солнечной системы обращается по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце.



Задачи на первый закон Кеплера

- Во сколько раз меняется расстояние от Солнца до кометы Галлея (1P), если эксцентриситет ее орбиты $e=0,967$?



Решение:

Перигелий (периастр)

$$q = a - c = a(1 - e)$$

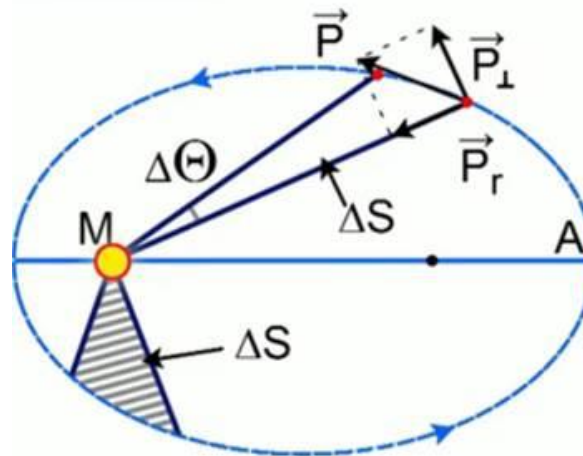
Афелий (Апоастр)

$$Q = a + c = a(1 + e)$$

$$\frac{Q}{q} = \frac{a(1 + e)}{a(1 - e)} = \frac{1 + e}{1 - e} = \frac{1 + 0,967}{1 - 0,967} = 59,6$$

Второй закон Кеплера

- Каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём за равные промежутки времени радиус-вектор, соединяющий Солнце и планету, описывает равные площади.
- перигелий — ближайшая к Солнцу точка орбиты, и афелий — наиболее удалённая точка орбиты. Таким образом, из второго закона Кеплера следует, что планета движется вокруг Солнца неравномерно, имея в перигелии большую линейную скорость, чем в афелии.



$$\sigma = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S}{T} = \frac{\pi ab}{T}$$

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{r^2 \cdot \Delta \Theta}{2 \cdot \Delta t} = \frac{r^2 \cdot \omega}{2}$$

$$L = m \cdot r^2 \cdot \omega = P_{\perp} \cdot r$$

$$r_p \cdot v_p = r_a \cdot v_a$$

Скорости на эллипсе

- Направлена всегда по касательной

$$V = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)} = \sqrt{\frac{GM}{a}} \cdot \sqrt{\frac{2a}{r} - 1} = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{2a}{r} - 1}$$

- Скорость в периастре

$$V_q = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{2a}{q} - 1} = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{2a}{a(1-e)} - 1} = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

- Скорость в апоастре

$$V_Q = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{2a}{Q} - 1} = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{2a}{a(1+e)} - 1} = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$$

Задача на скорости на эллипсе

- Чему равны и во сколько раз отличаются скорости движения кометы Галлея (1P) в перигелии и афелии орбиты? если эксцентриситет ее орбиты $e=0,967$, а период ее обращения 75,3 года



$$V_q = V_{cp} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

$$V_Q = V_{cp} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$$

$$\frac{V_q}{V_Q} = \frac{V_{cp} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}}{V_{cp} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}} = \frac{1+e}{1-e}$$

$$= \frac{1,967}{0,033} \approx 59,6$$

$$\frac{V_a}{V_{\oplus}} = \frac{\sqrt{\frac{GM_{\odot}}{a}}}{\sqrt{\frac{GM_{\odot}}{a_{\oplus}}}} = \sqrt{\frac{a_{\oplus}}{a}} \Rightarrow \left(\frac{T_{\oplus}}{T_a}\right)^{\frac{1}{3}} \Rightarrow V_a = \left(\frac{T_{\oplus}}{T_a}\right)^{\frac{1}{3}} V_{\oplus}$$

$$\frac{T_a^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow \frac{a_{\oplus}}{a} = \left(\frac{T_{\oplus}}{T_a}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$V_a = V_{cp} = \left(\frac{T_{\oplus}}{T_a}\right)^{\frac{1}{3}} V_{\oplus}$$

$$= \left(\frac{1}{75,3}\right)^{\frac{1}{3}} 30 \approx 7,1 \text{ км/с}$$

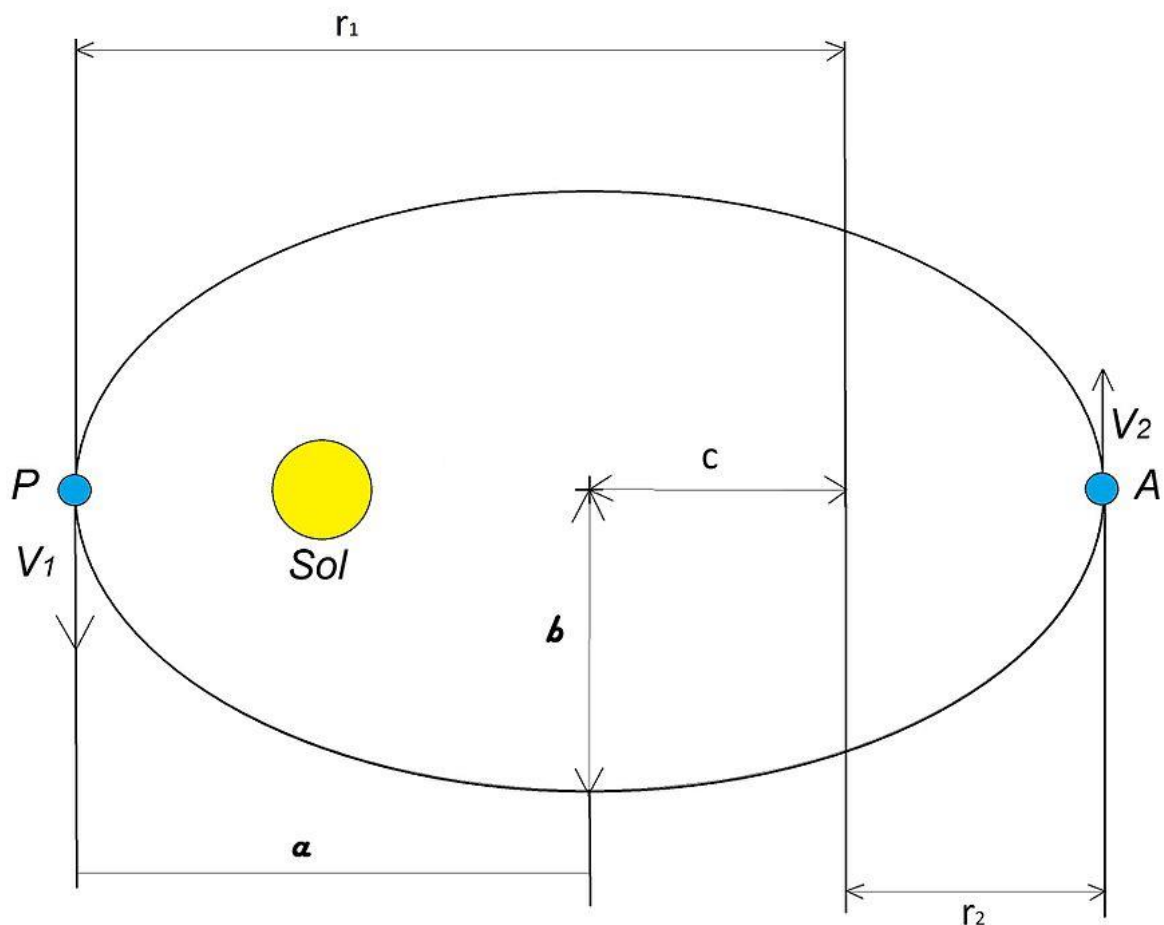
$$V_q = 7,1 \sqrt{59,6} = 54,8 \text{ км/с}$$

$$V_Q = 0,9 \text{ км/с}$$

Третий закон Кеплера

- Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит планет.

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

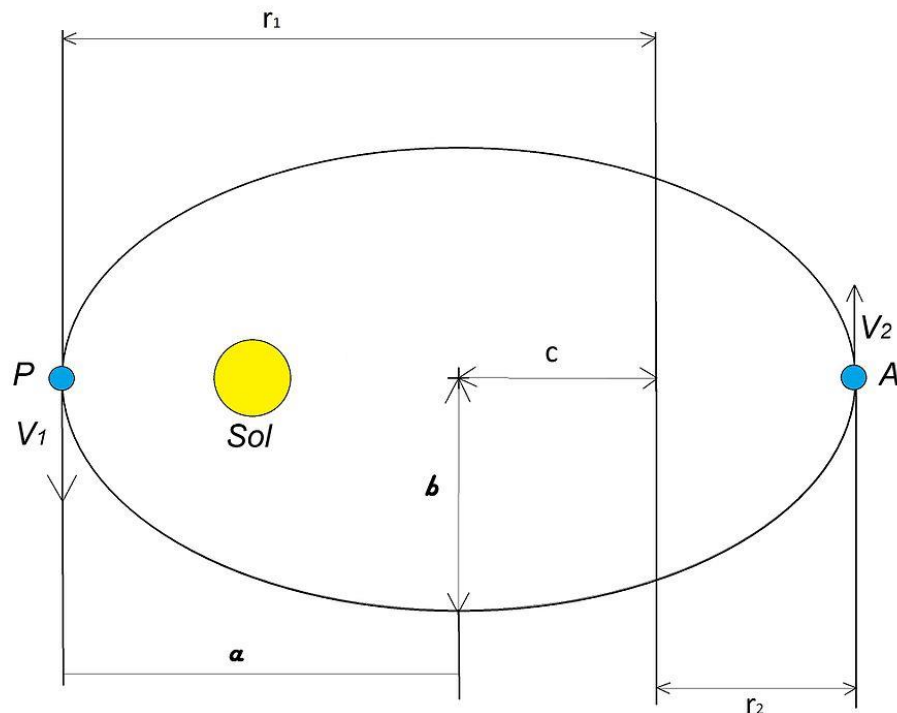


Уточненный третий закон Кеплера

- Произведение суммы масс систем и квадраты периодов обращений планет пропорциональны кубам больших полуосей их эллиптических орбит.

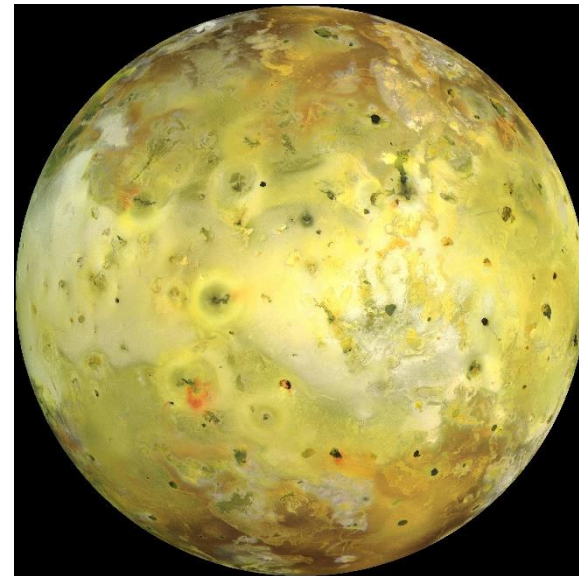
$$\frac{T_1^2(M_1 + m_1)}{T_2^2(M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

$$\frac{T_1^2(M_1 + m_1)}{a_1^3} = \frac{4\pi^2}{G}$$



Задача на уточненный третий закон Кеплера

- Найдите массу планеты Юпитер в массах Земли, если спутник Юпитера Ио делает один оборот вокруг Юпитера 1,77 дня на расстоянии 422 тысячи км от Юпитера. Период обращения Луны вокруг Земли 27,3 дня, расстояние – 384 тысячи км. Считать орбиты Луны и Ио круговыми.



$$\frac{T_1^2(M_1 + m_1)}{T_2^2(M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

$$\frac{T_{\text{Ио}}^2(M_{\text{Ю}} + m_{\text{Ио}})}{T_{\text{Луны}}^2(M_{\text{З}} + m_{\text{Луны}})} = \frac{a_{\text{Ио}}^3}{a_{\text{Луны}}^3}$$

$$\frac{T_{\text{Ио}}^2}{T_{\text{Луны}}^2} = \frac{a_{\text{Ио}}^3(M_{\text{З}} + m_{\text{Луны}})}{a_{\text{Луны}}^3(M_{\text{Ю}} + m_{\text{Ио}})}$$

$$\frac{M_{\text{Ю}}}{M_{\text{З}}} = \frac{T_{\text{Луны}}^2 a_{\text{Ио}}^3}{T_{\text{Ио}}^2 a_{\text{Луны}}^3} = \frac{27,3^2 422000^3}{1,77^2 384000^3} \approx 330$$

Гомановский эллипс

- В первом приближении орбиты планет круговые

$$a_1 \quad a_2$$

- Скорости движения планет по орбитам

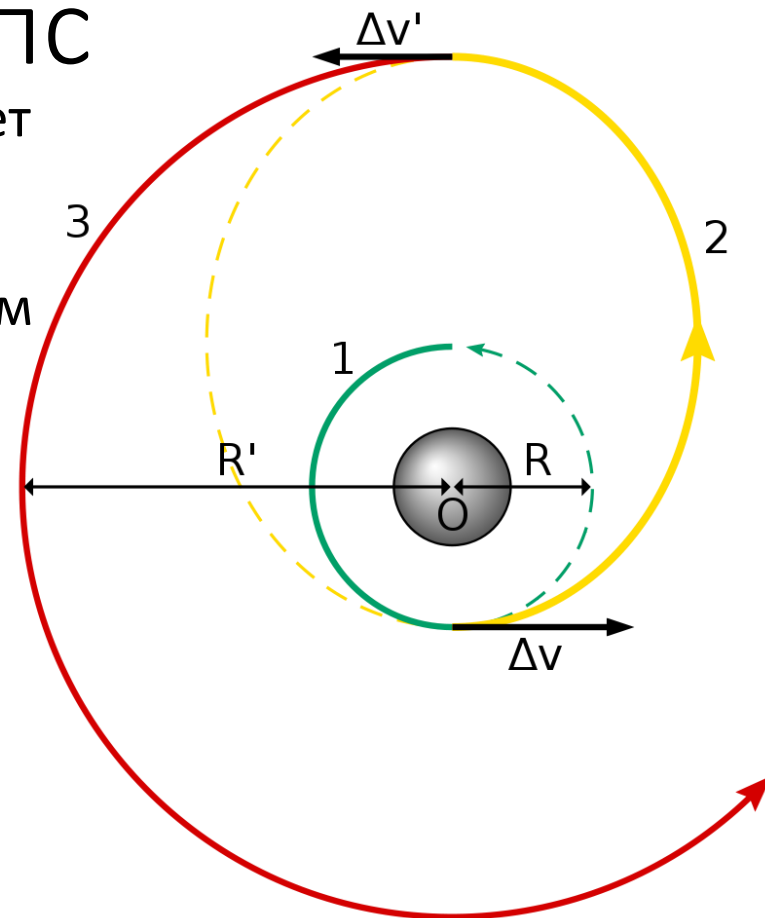
$$V_1 = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{a_1}} \quad V_2 = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{a_2}}$$

- Параметры гомановского эллипса

$$a_{\Gamma} = \frac{a_1 + a_2}{2} \Leftrightarrow \frac{T_{\Gamma}^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a_{\Gamma}^3}{a_{\oplus}^3}$$

- Эксцентриситет

$$e = \frac{a_2 - a_1}{a_1 + a_2}$$



Скорость в перигелии орбиты этого Эллипса

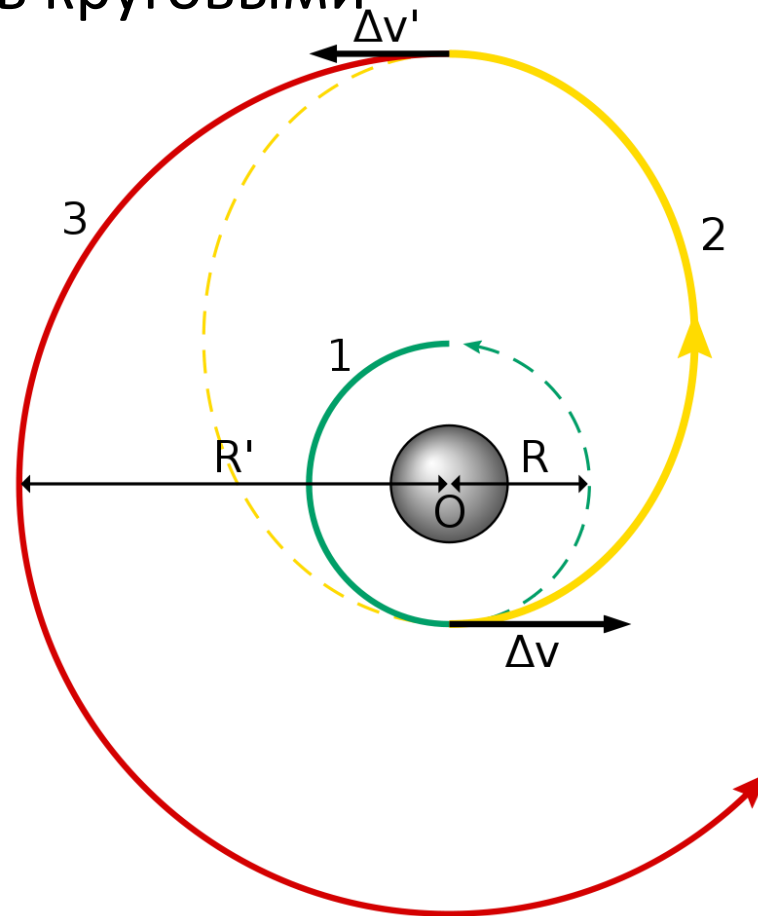
$$V_q = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} = \sqrt{\frac{GM}{a_{\Gamma}}} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$$

Скорость в афелии орбиты этого эллипса

$$V_Q = V_{\text{cp}} \cdot \sqrt{\frac{1-e}{1+e}} = \sqrt{\frac{GM}{a_{\Gamma}}} \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$$

Задача на ГОМАНОВСКИЙ ЭЛЛИПС

- Определите время необходимое для полета с Земли на Марс, а так же значения скоростей необходимое для маневров при движении космического аппарата? Большая полуось орбиты Марса 1,5 а.е.. Большая полуось орбиты Земли 1 а.е.. Период обращения Земли 1 год.. Орбиты планет считать круговыми



Дистанционные наблюдения





All Sky Camera

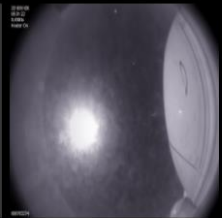
Not Active

New Mexico, USA

MOON Alt: 18 III: 86% Sun: -60
22.08, 04 Jan 2018 (UTC -7)
Roof Open: 17:57 / Close: 06:18
Moon Discount: 50%

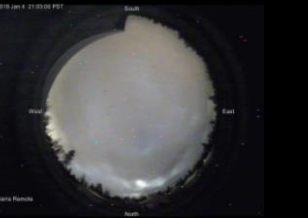
Siding Spring Obs, Australia

MOON Alt: -72 III: 86% Sun: 51
16.06, 05 Jan 2018 (UTC +11)
Roof Open: 21:02 / Close: 05:16
Moon Discount: 50%



Nerpio, Spain

MOON Alt: 55 III: 86% Sun: -28
06.08, 05 Jan 2018 (UTC +1)
Roof Open: 18:55 / Close: 07:35
Moon Discount: 50%




Sierra Nevada Mountains, USA

MOON Alt: 7 III: 86% Sun: -48
21.08, 04 Jan 2018 (UTC -8)
Roof Open: 17:45 / Close: 06:21
Moon Discount: 50%

telescope.net
Launchpad Telescopes Sky Tours
About ? [mail icon] [user icon]

New Mexico: T5 T14 Offline due to CCD ICE.

Select Action: [Reservations] [Offline Plan Generator]



Northern Hemisphere

Mayhill, New Mexico, USA

T3: Available
T5: Closed: System Maintenance
T11: In Use: pls1helix
T14: Closed: System Maintenance
T20: In Use: bascomb
T21: Closed: System Maintenance

Sierra Nevada Mountains, CA, USA

T24: Roof Closed

Nerpio, Spain

T7: Available
T16: Offline
T18: In Use: fuetuan5593

Southern Hemisphere

Siding Spring Observatory, AU

T8: Closed: Day Time
T9: Coming Soon
T12: Closed: Day Time
T13: Closed: Day Time
T17: Closed: Day Time
T27: Closed: Day Time
T30: Closed: Day Time
T31: Closed: Day Time
T32: Closed: Day Time
T33: Closed: Day Time

Weather Information

New Mexico, USA
Sierra Nevada, USA
Australia Spain

Other Links

iTelescope.Net Website
Video Tutorials
Newsletter Subscription

Social Media

Facebook
Member's Club
Twitter

Page on Duty Engineer

[input type="text"] Page
(urgent support only)

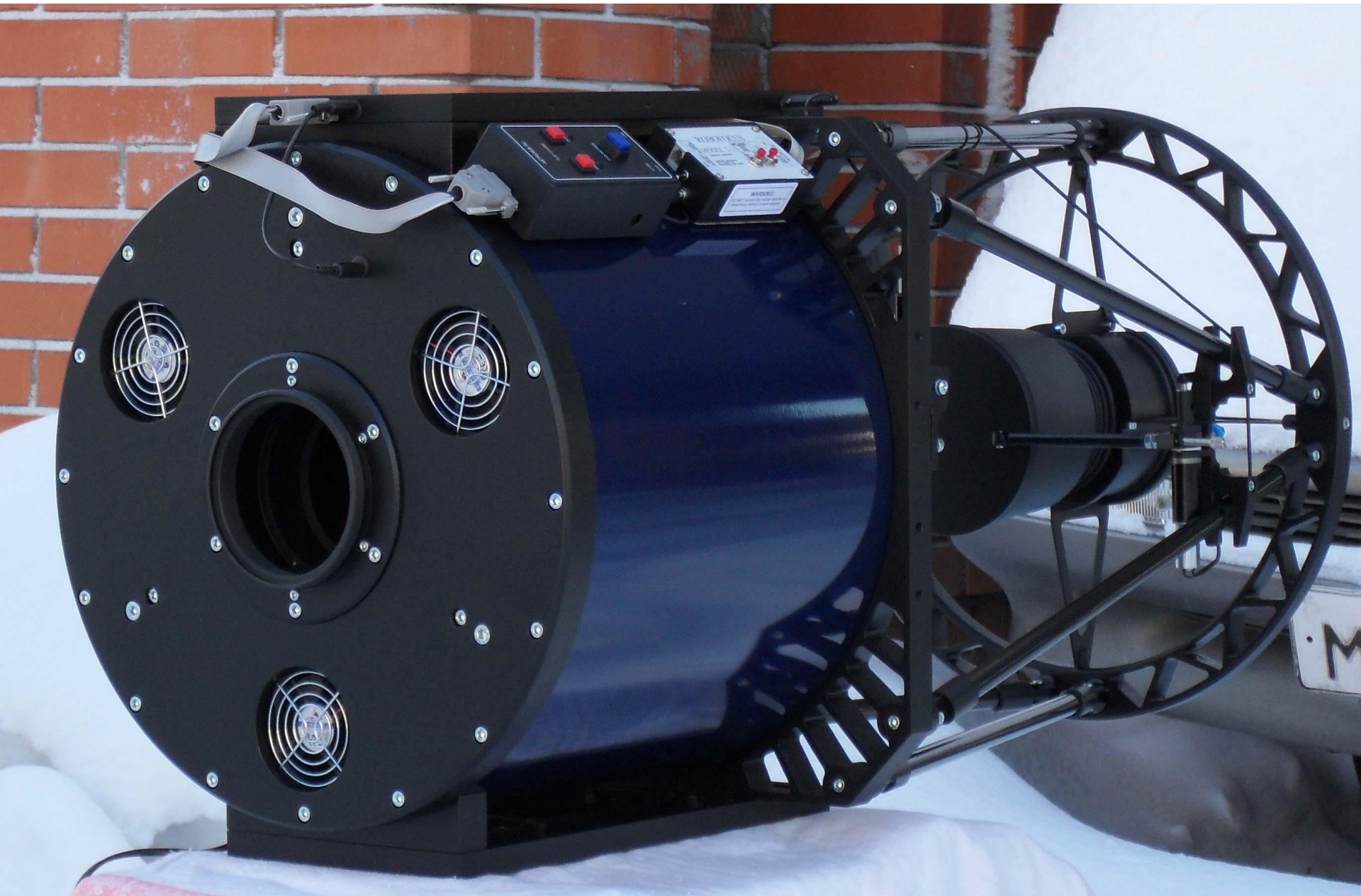
Support

support@itelescope.net
support.itelescope.net

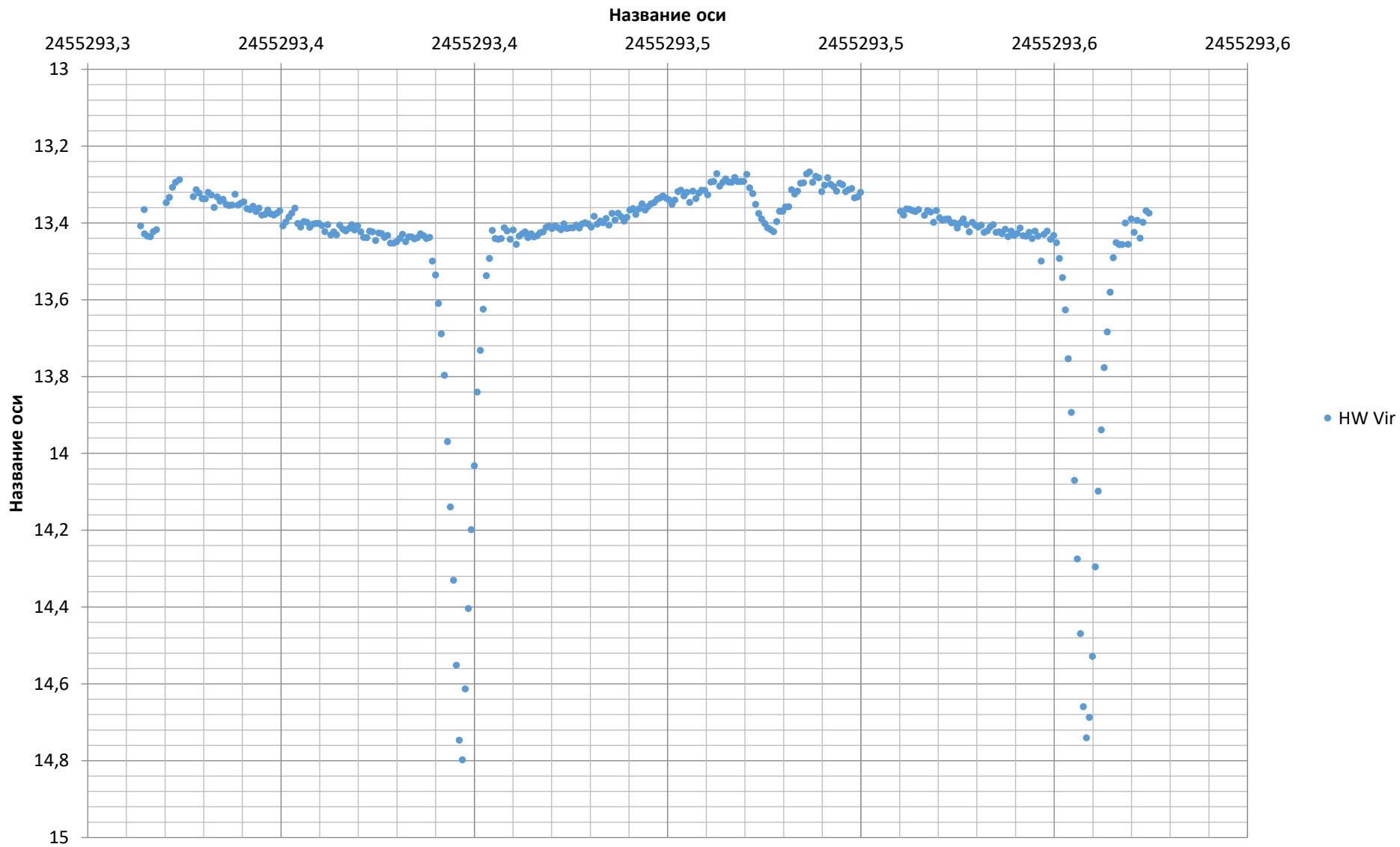
Buy Extra Points

View Plans

System Alerts and Operational Notices



NSVS07826147





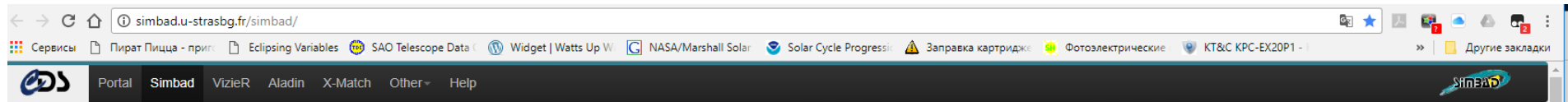




Наблюдения



SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)



SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg)

What is SIMBAD ?

Queries

[basic search](#)

[by identifier](#)

[by coordinates](#)

[by criteria](#)

[reference query](#)

[scripts](#)

[TAP queries](#)

[options](#)

[Display all user annotations](#)

Documentation

[User's guide](#)

[Query by urls](#)

[Nomenclature Dictionary](#)

[Object types](#)

[List of journals](#)

[Measurement description](#)

[Spectral type coding](#)

[User annotations documentation](#)

[Acknowledgment](#)

Information

[Presentation](#)

[Image thumbnails](#)

[SimWatch](#)

Release:

SIMBAD4 1.5.12 - Oct-2017

[Release history](#)

Content

The SIMBAD astronomical database provides basic data, cross-identifications, bibliography and measurements for astronomical objects outside the solar system.

SIMBAD can be queried by object name, coordinates and various criteria. Lists of objects and scripts can be submitted.

Links to some other on-line services are also provided.

Basic search

identifier, coordinates (radius=10 arcmin), or bibcode

[help](#)

[Install the Simbad basic search in your tool bar](#)

Acknowledgment

If the Simbad database was helpful for your research work, the following acknowledgment would be appreciated:

Statistics

Simbad contains on 2018.01.05

9,300,349 objects

27.096.489 identifiers

Activating Windows

Arduino





Спасибо за внимание



ССЫЛКИ

- Группа задач Астрономических олимпиад в контакте в документах есть задачи олимпиад разных уровней с решениями в разделе Ресурсы - <https://vk.com/astroolympiads>
- Сайт штаба сборной РФ по астрономии и астрофизике с архивом задач - «Астрономическое образование» - <http://astroedu.ru/>
- Авторский сайт преподавателя астрономии школы № 179 г. Москвы к.п.н. Шатовской Натальи Евгеньевны – <http://www.myastronomy.ru>
- Астрономическая картинка дня - <https://apod.nasa.gov/apod/>
- Фотоальбом НАСА - <https://photojournal.jpl.nasa.gov/>
- Проект карта Вселенной на разных масштабах - <http://www.atlasoftheuniverse.com/>
- Виртуальный планетарий- <https://celestiaproject.net/ru/>
- Виртуальный планетарий - <http://www.stellarium.org/>