

Видимое движение небесных тел

Ведущий программист ГАИШ МГУ,
Учитель астрономии МОУ Гимназии №1 и МОУ Лицея №14,
Руководитель астрономического кружка им. Е.П. Левитана г. Жуковского,
ЦПМК ВсОШ по Астрономии

ЗАДАЧНИК (ГОТОВИТСЯ К ВЫПУСКУ)

Авторы:

ТАТАРНИКОВ Андрей Михайлович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга МГУ им. М. В. Ломоносова, автор более 60 научных статей.

Педагог дополнительного образования в Астрономической школе «Вега» г. Железнодорожного. Член ЦПМК Всероссийской олимпиады школьников по астрономии и ПМК Москвы и Московской области.

ТАТАРНИКОВА Анна Александровна, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга МГУ им. М. В. Ломоносова, автор более 40 научных статей.

Руководитель кружка «Олимпиадная астрономия» в Москве.

ФАДЕЕВ Евгений Николаевич, младший научный сотрудник Астрокосмического центра Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, 9 научных статей. В 2017—2019 гг. — главный тренер команды Москвы на Всероссийской олимпиаде школьников. Член ЦПМК Всероссийской олимпиады школьников по астрономии и ПМК Москвы.



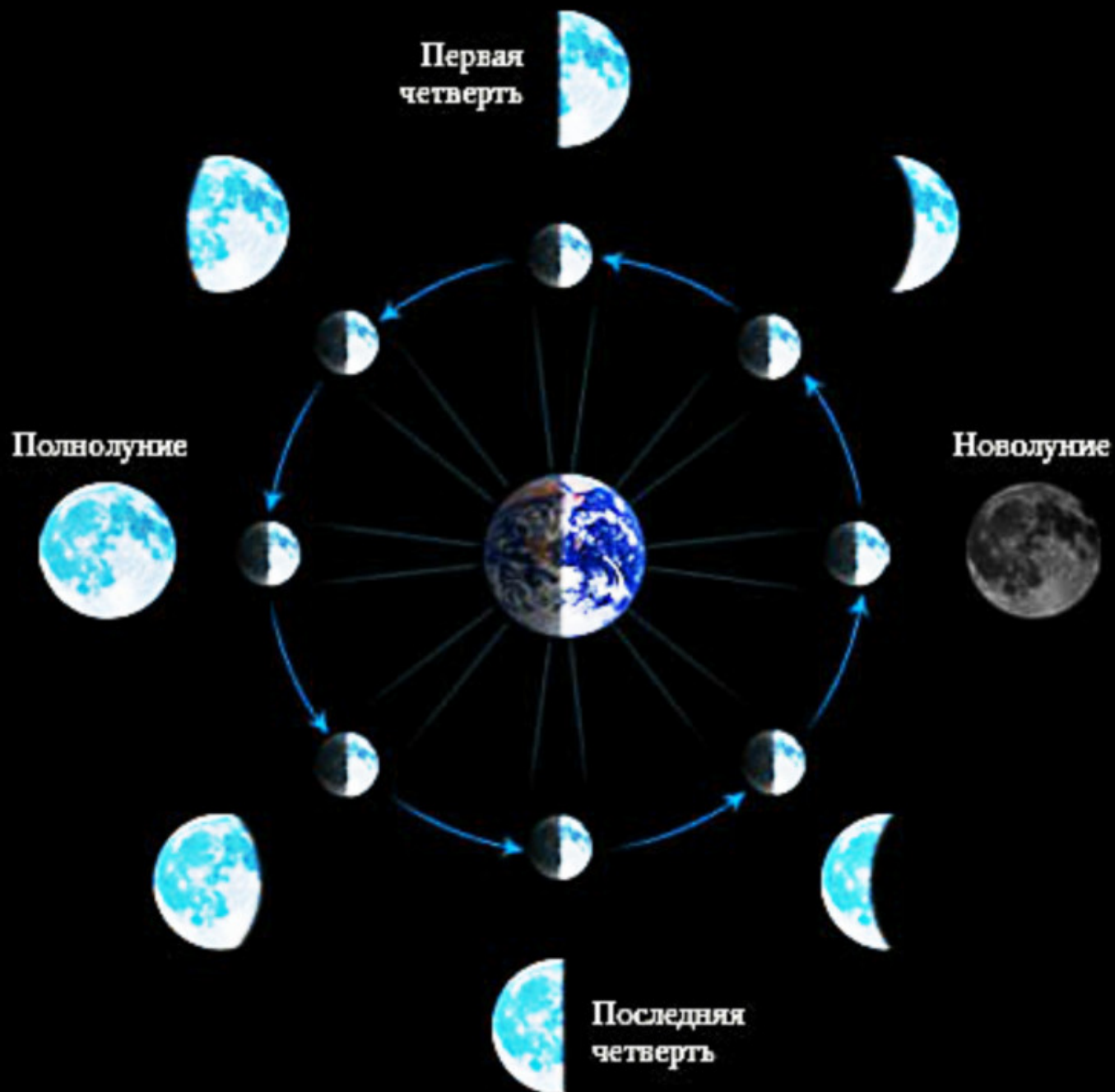
А. М. Татарников,
А. А. Татарникова,
Е. Н. Фадеев
Астрономия. 10—11 кл.
Задачник
(под ред. А. В. Засова,
В. Г. Сурдина)
Формат 70×90 1/16.
Обложка

В издании представлено более 500 задач по курсу астрономии для 10—11 классов, для большей части которых даны ответы. Задачник по содержанию и структуре соответствует учебнику А. В. Засова, В. Г. Сурдина «Астрономия. 10—11 классы». Каждая глава задачника состоит из небольшого теоретического введения, нескольких задач

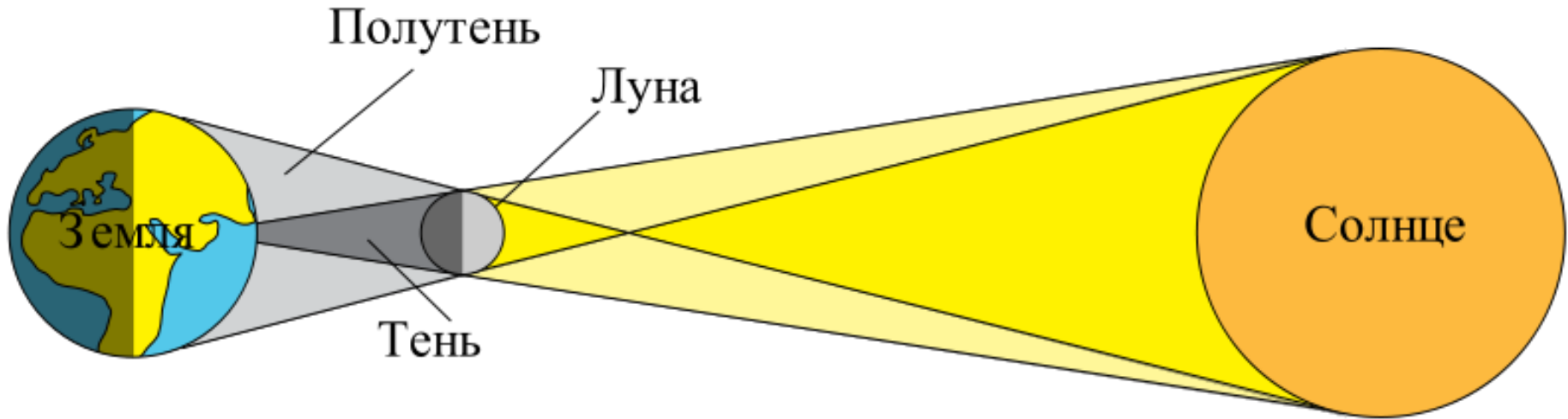
с подробным решением и ответом и задач для самостоятельного решения, которые представлены на трёх уровнях сложности. Задачник можно использовать как для текущей работы на уроке астрономии, так и для подготовки к решению задачи 24 ЕГЭ по физике.

Фазы Луны



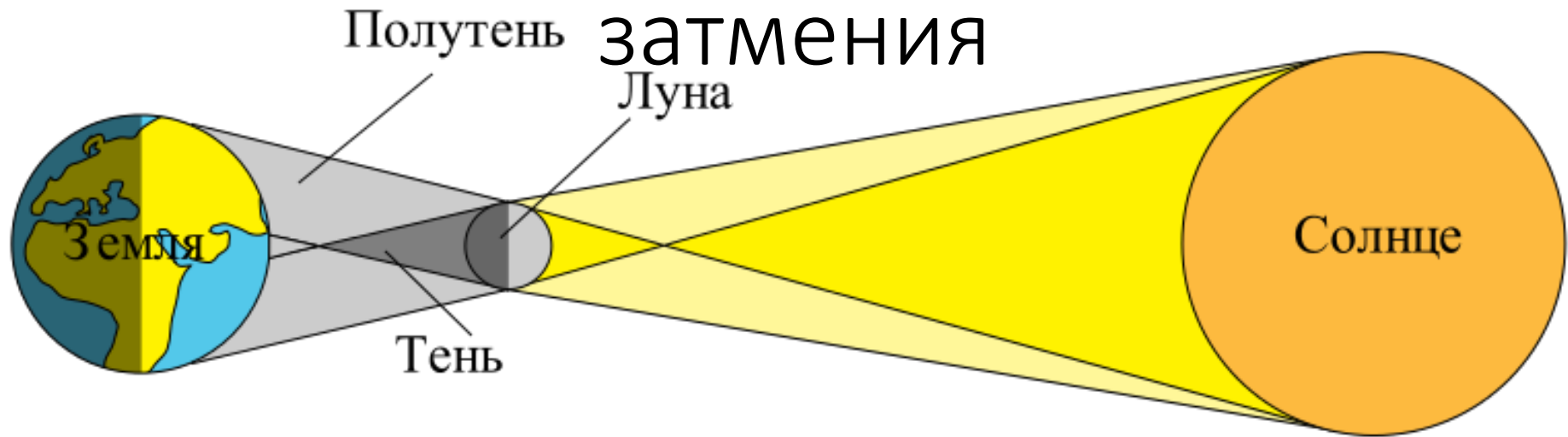


Полные солнечные затмения



- Видны в разное время для разных географических пунктов на Земле
- Полоса затмения узкая
- Частные фазы видны с большей площади на Земле
- Всегда, есть частные фазы

Кольцеобразные солнечные



- Видны в разное время для разных географических пунктов на Земле
- Полоса затмения узкая
- Есть области где затмение не видно.
- Бывают гибридные затмения

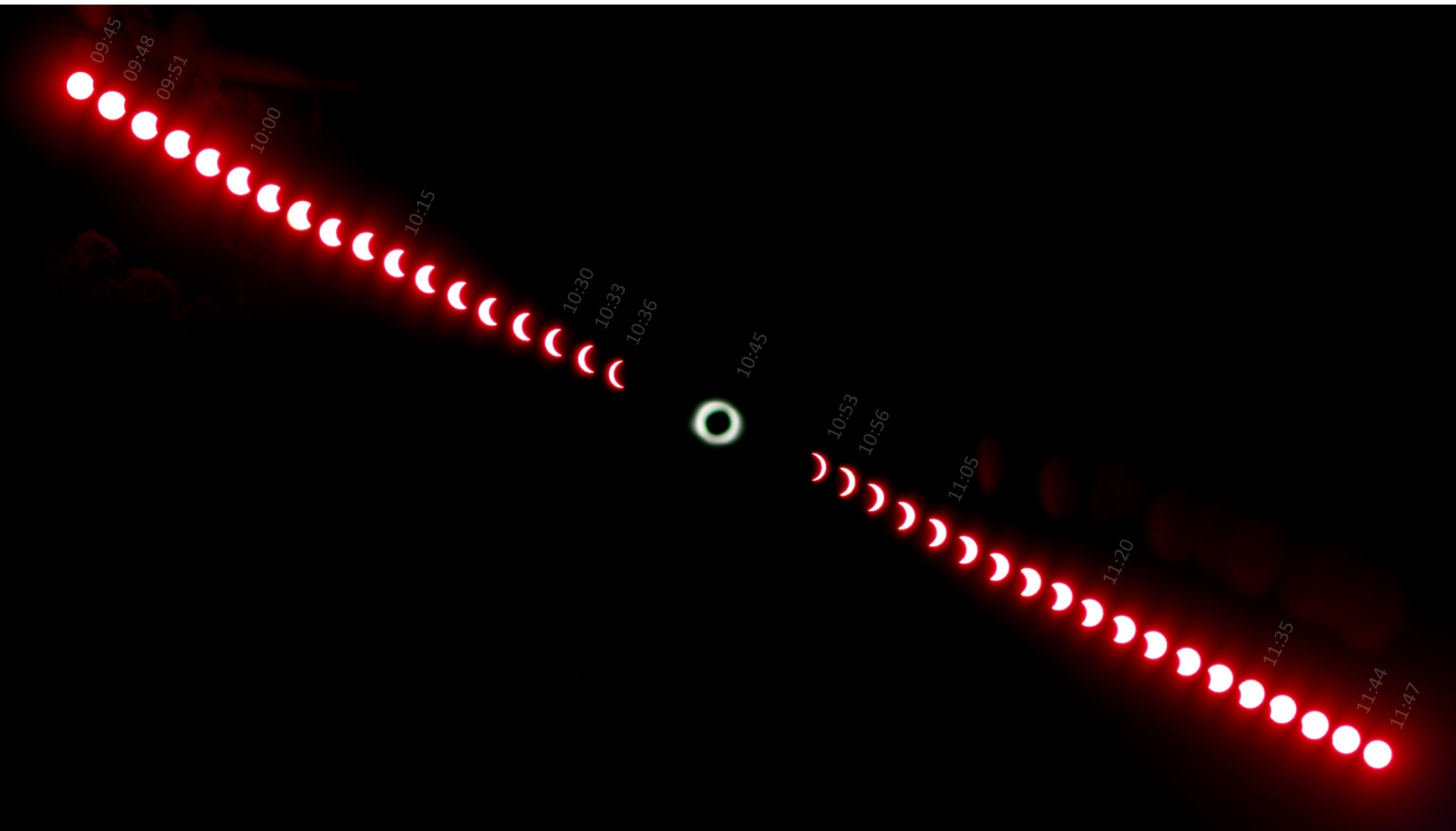
Лунная тень на Земле





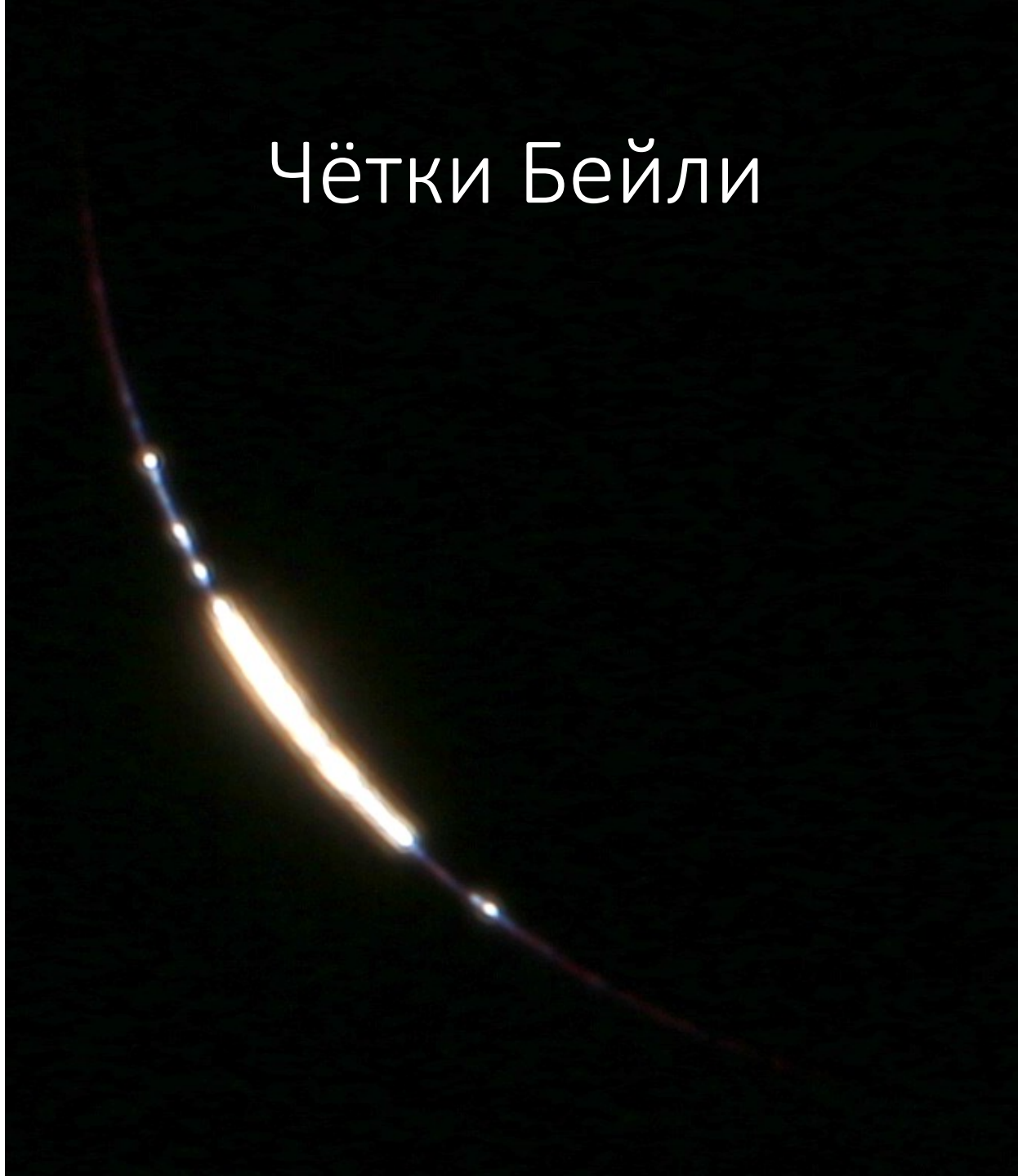
Полное
затмение с
Земли

Полное время затмения





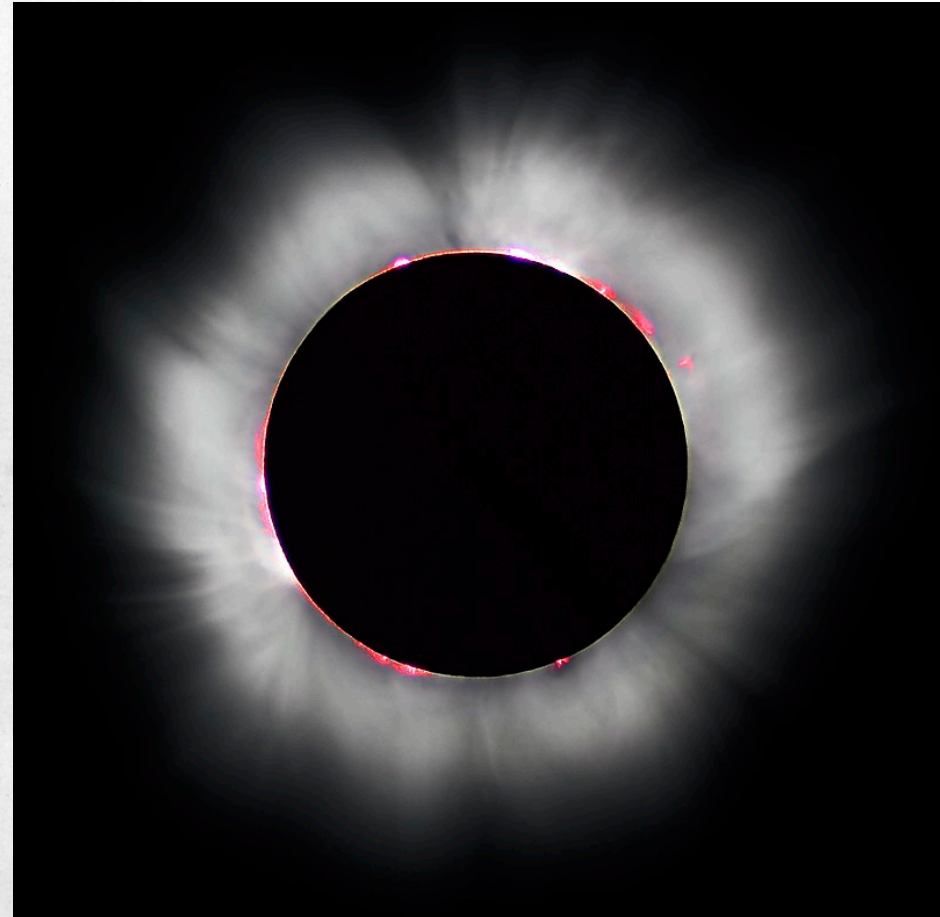
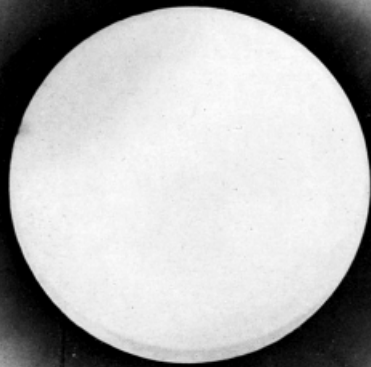
Чётки Бейли



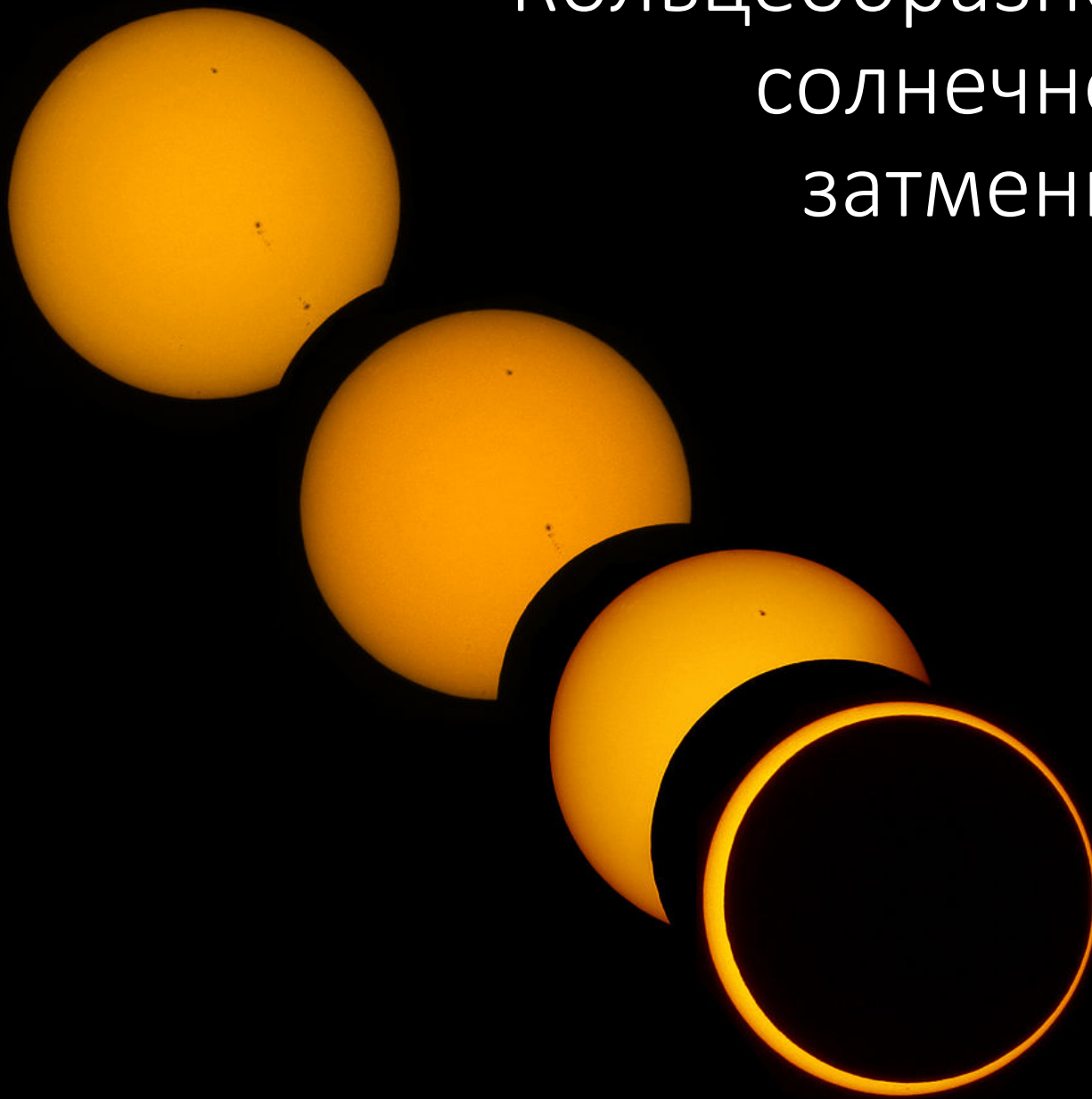
Путь тени Луны по Земле



Полное солнечное затмение



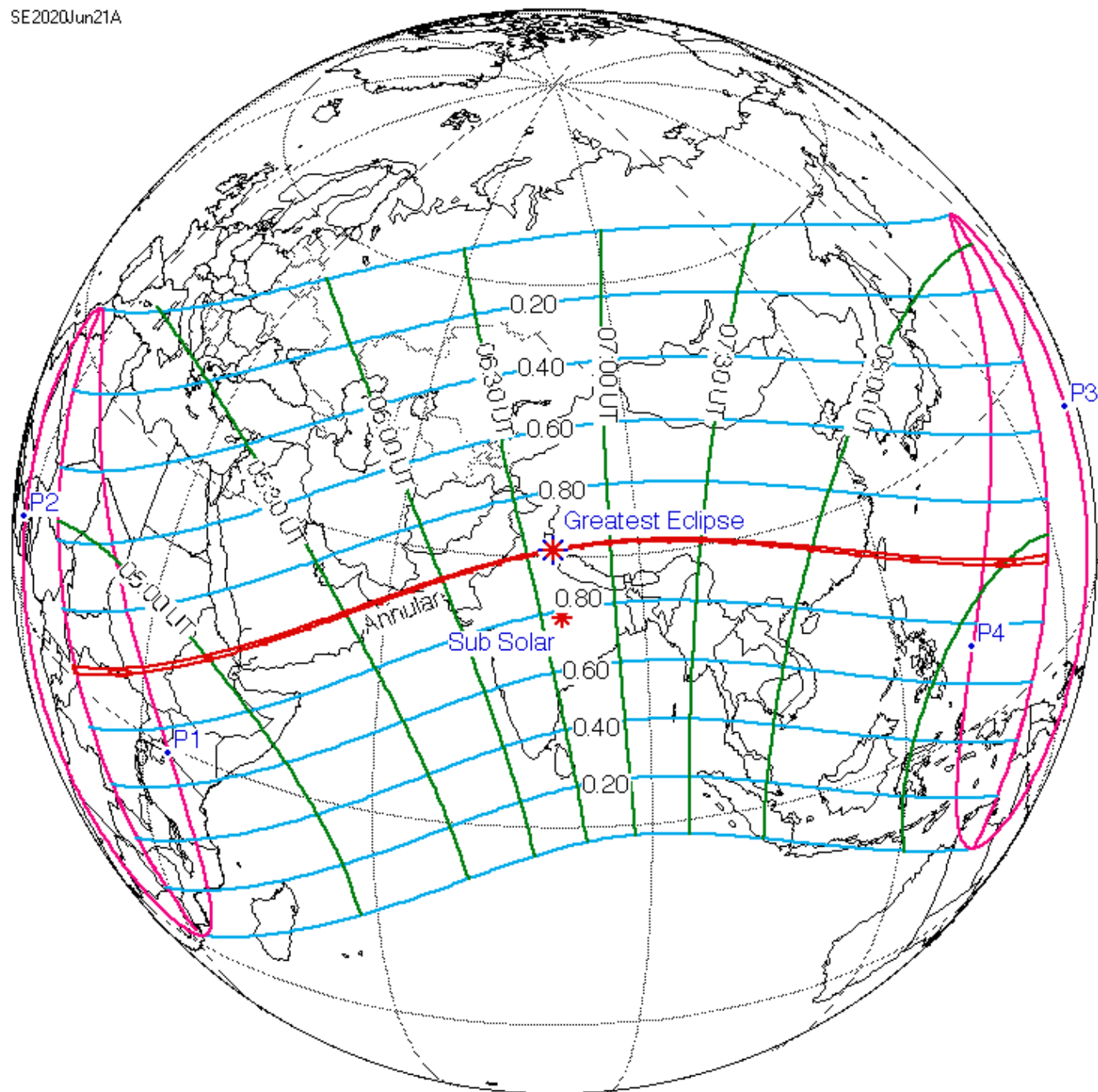
Кольцеобразное солнечное затмение



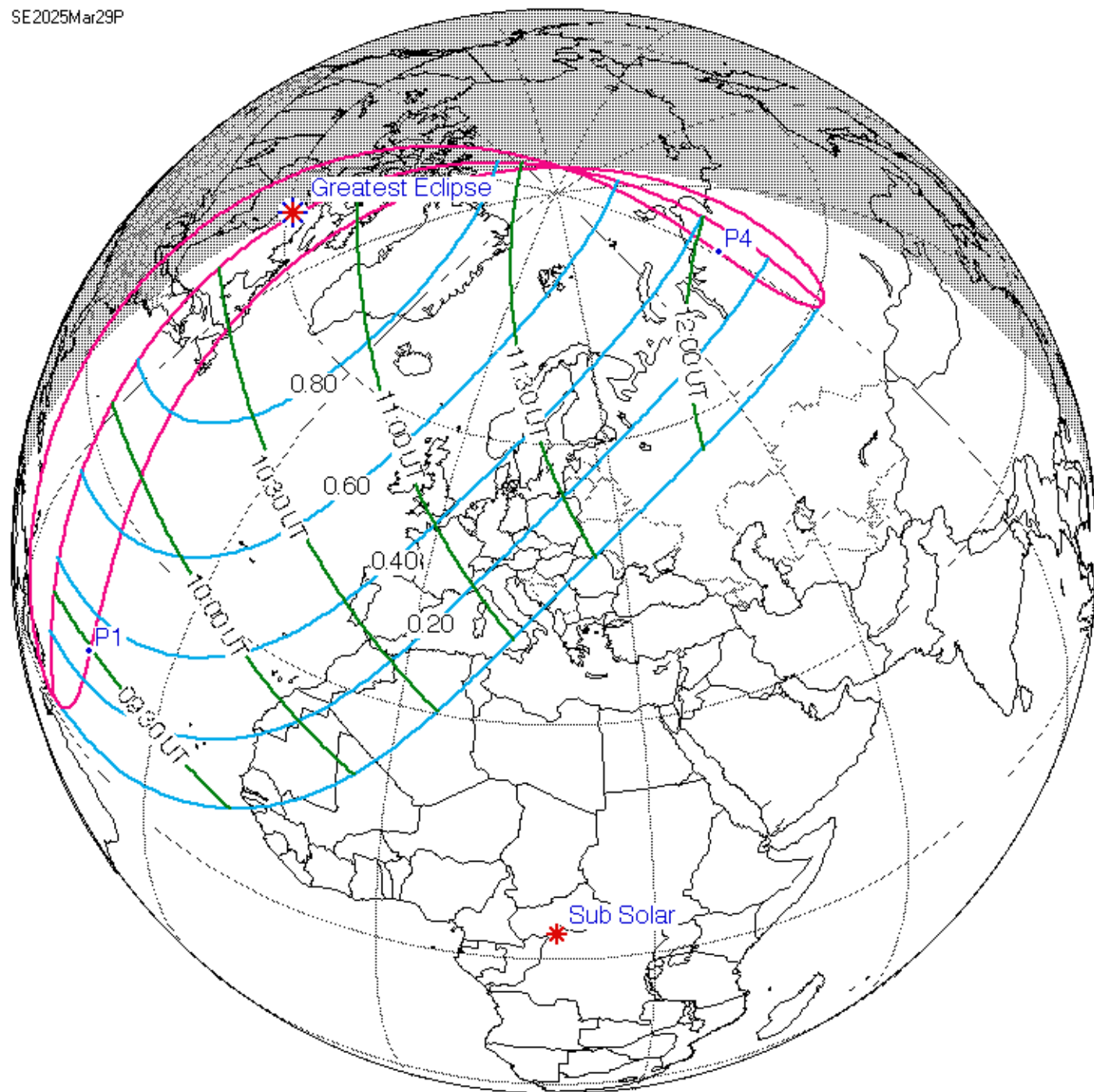
Частное солнечное затмение



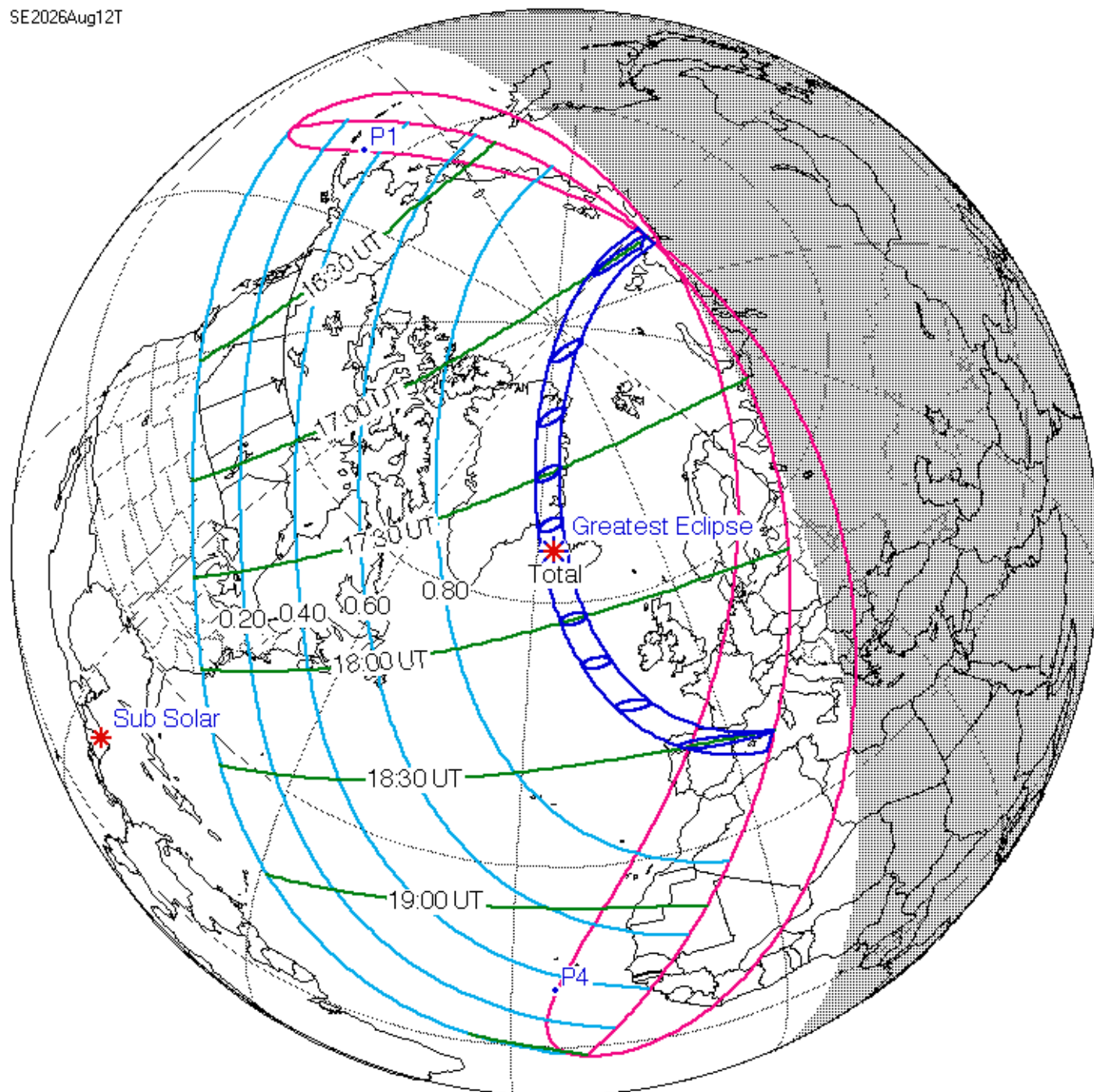
21
ИЮНЯ
2020 г.



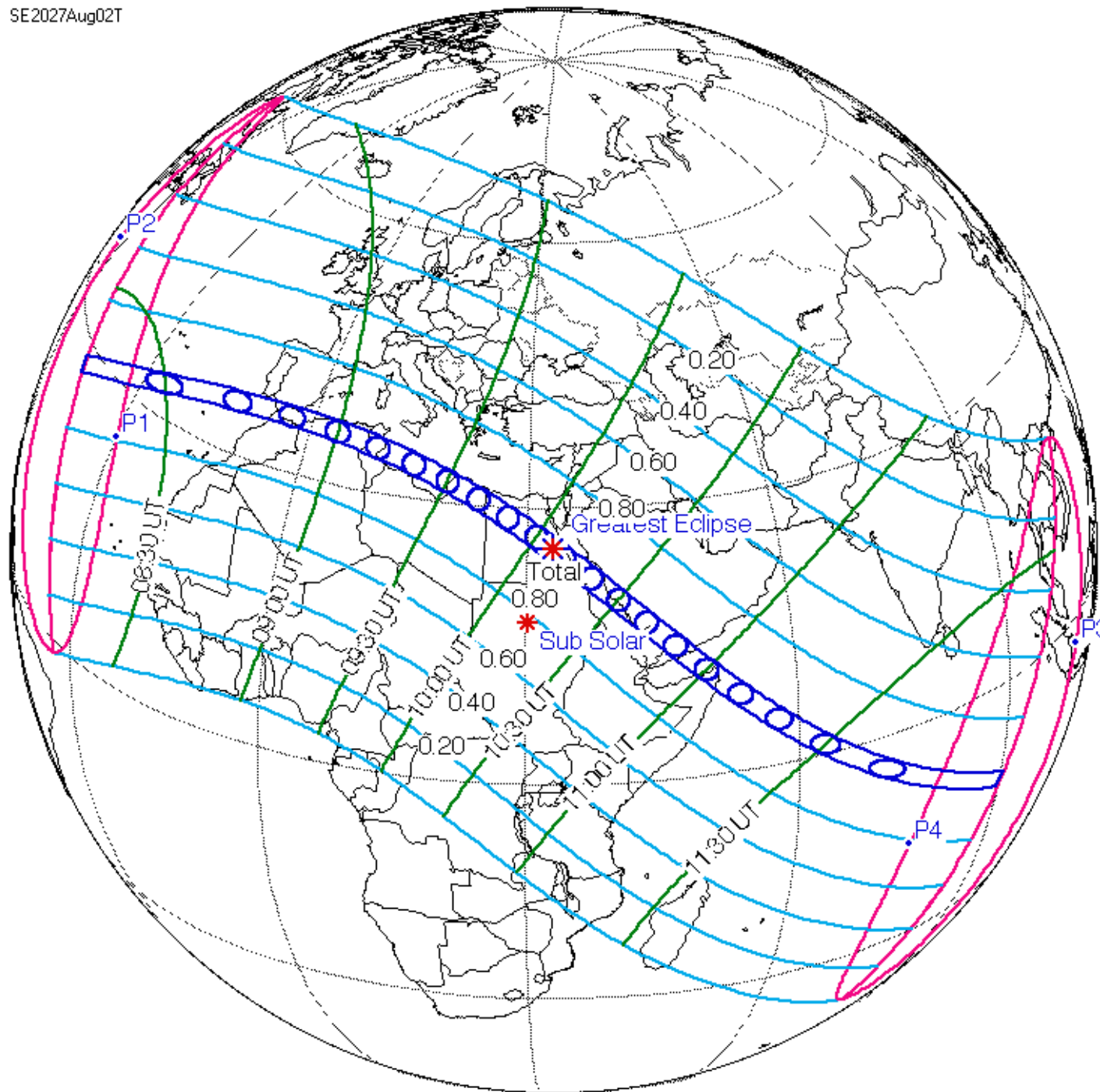
20
марта
2025 г.

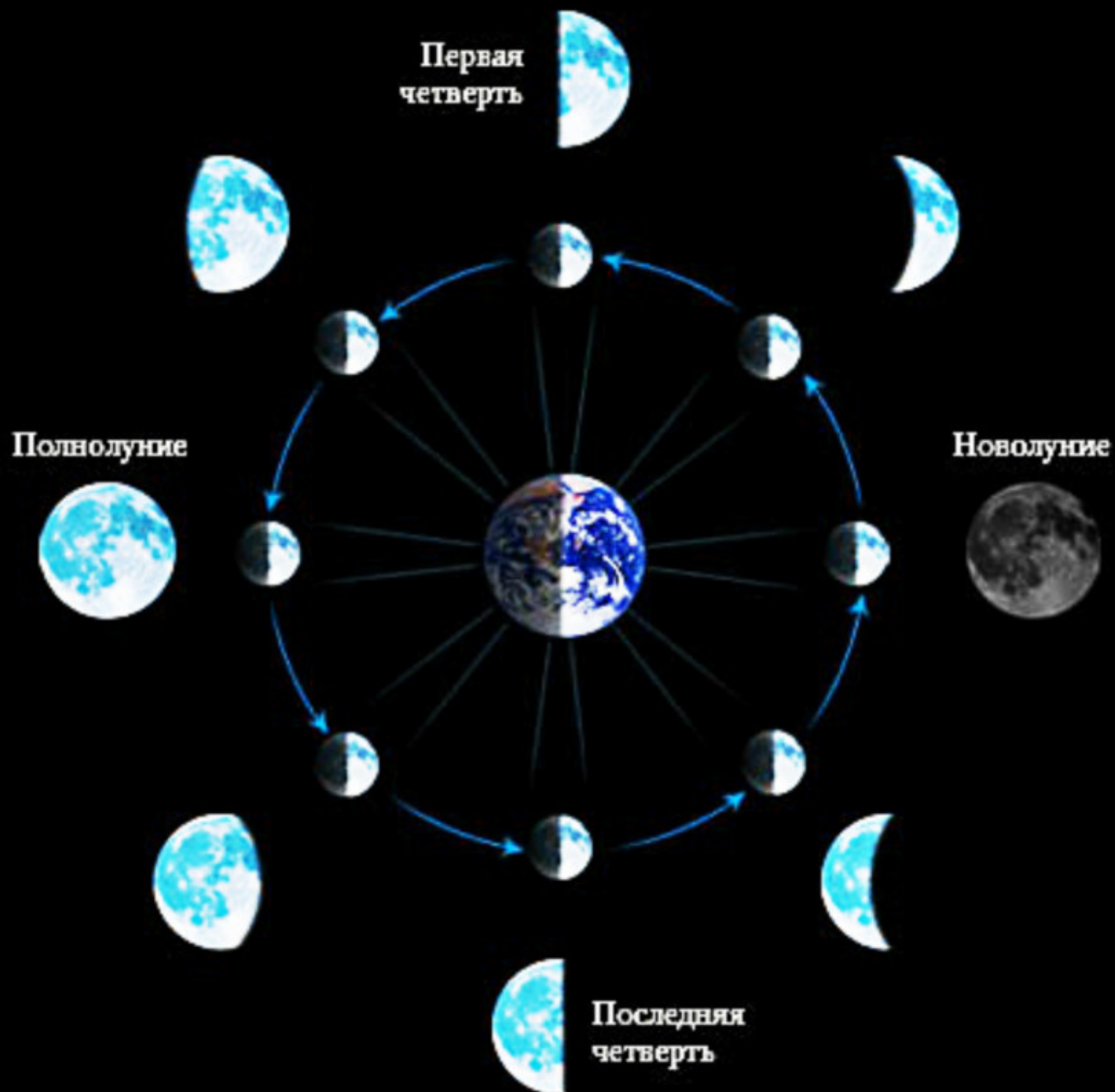


12
августа
2026 г

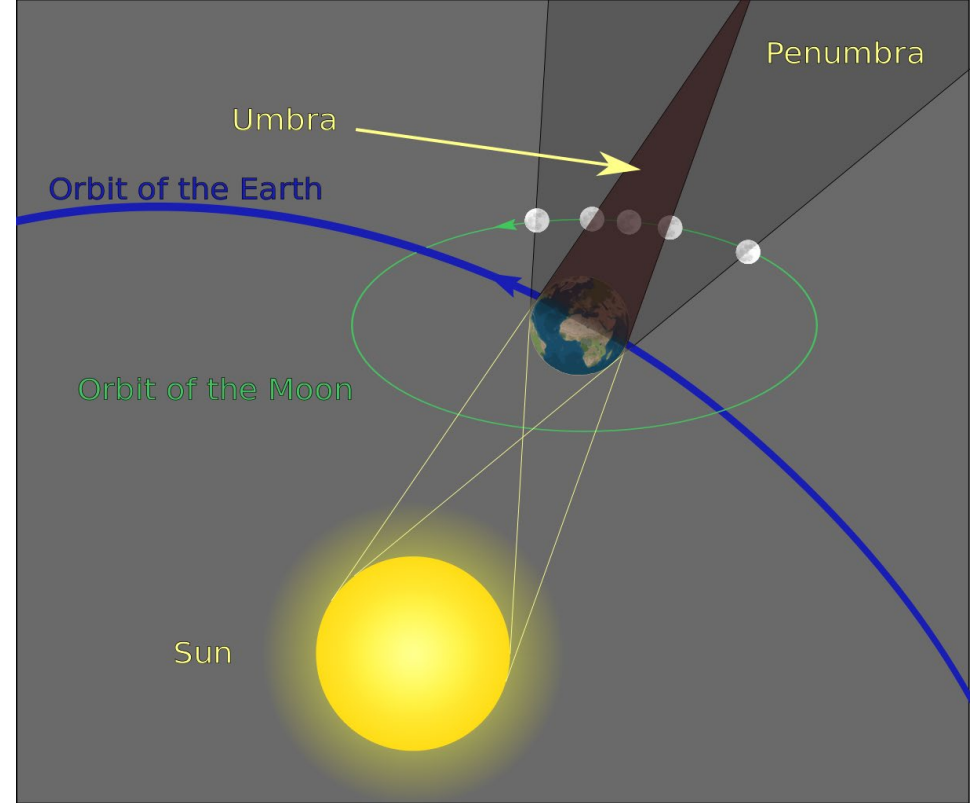
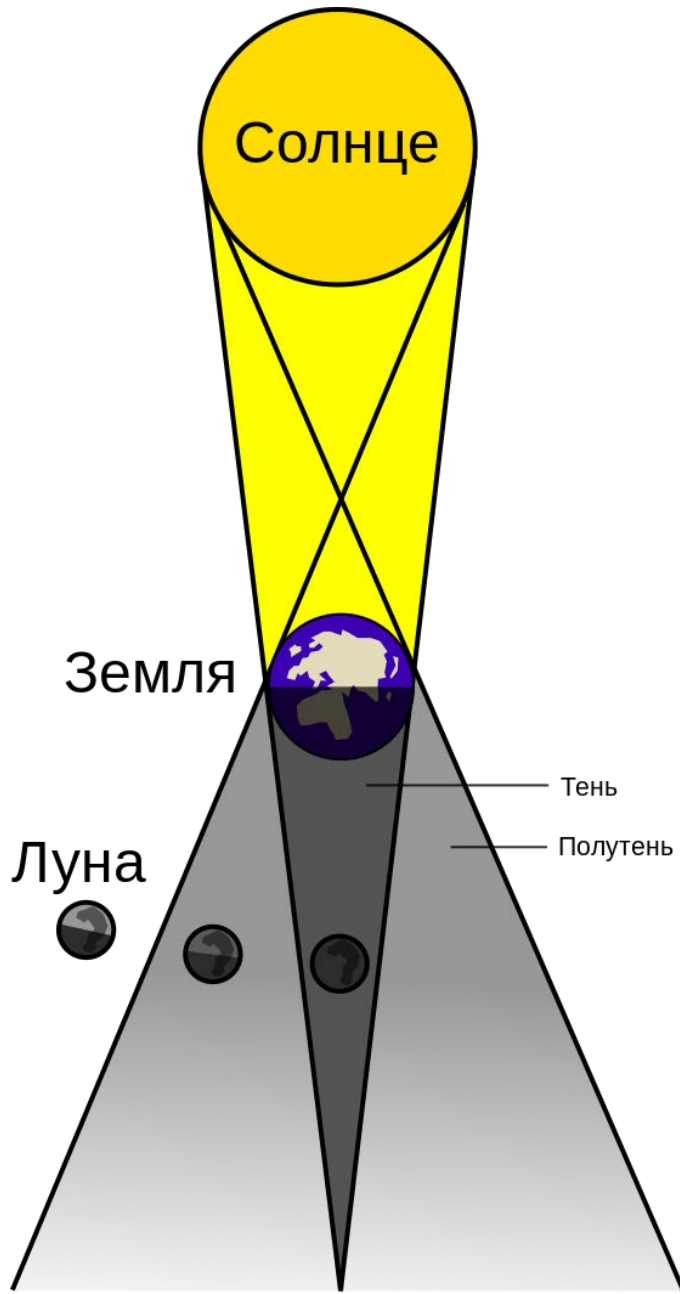


2
августа
2027 г.



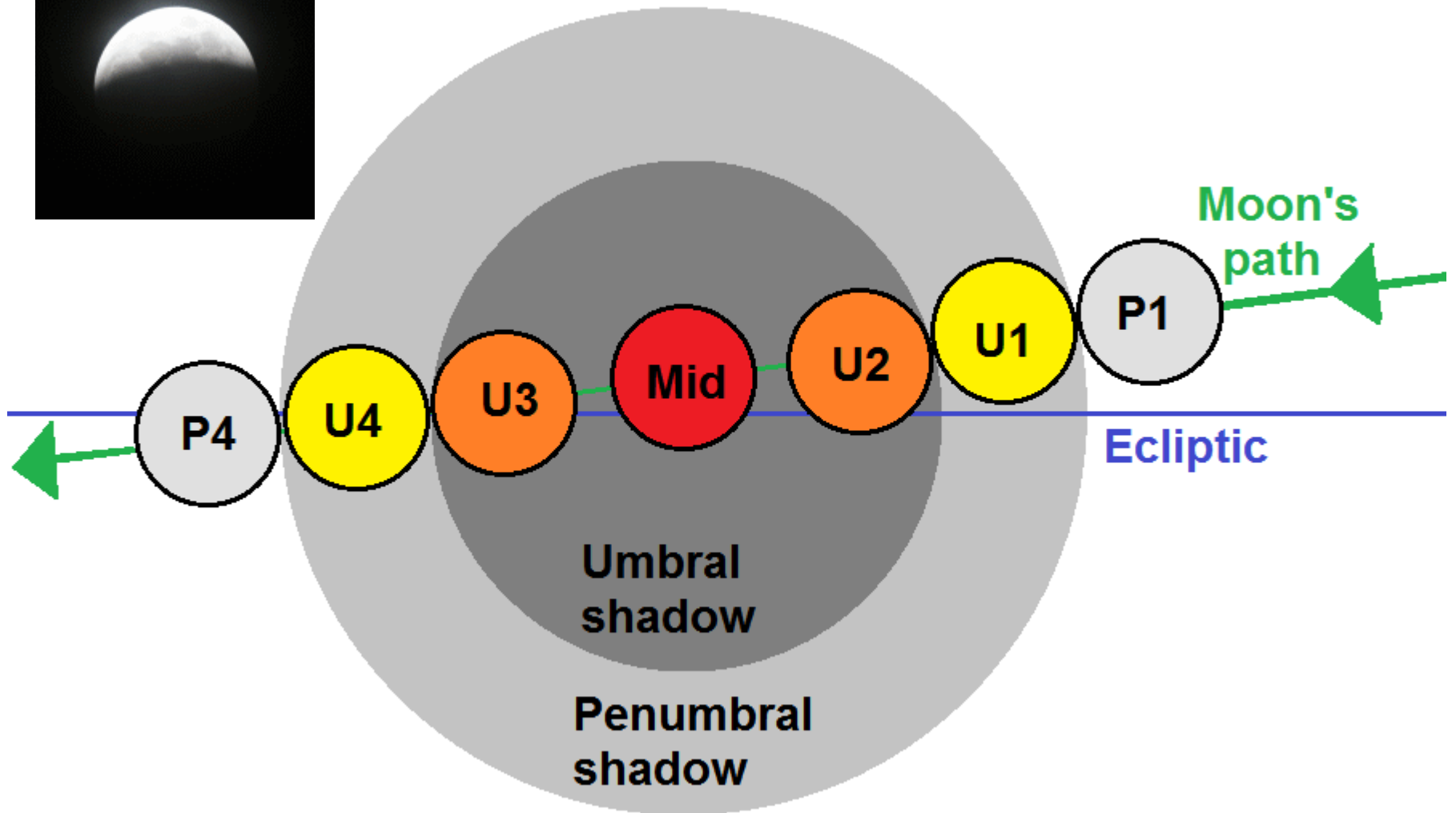


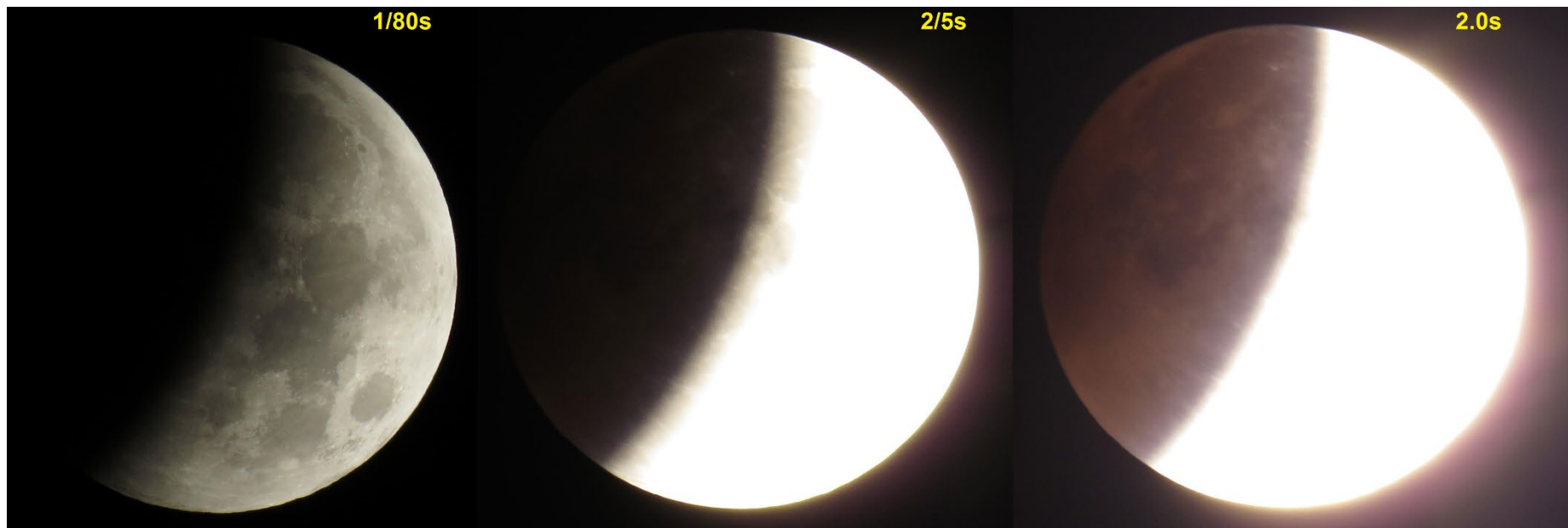
Лунные затмения



- Видно в одно и тоже время для разных географических пунктов на Земле
- Видно с ночного полушария Земли
- Теневые, частные теневые и частные полутеневые затмения

Фазы и моменты Лунного затмения





15.04.2015

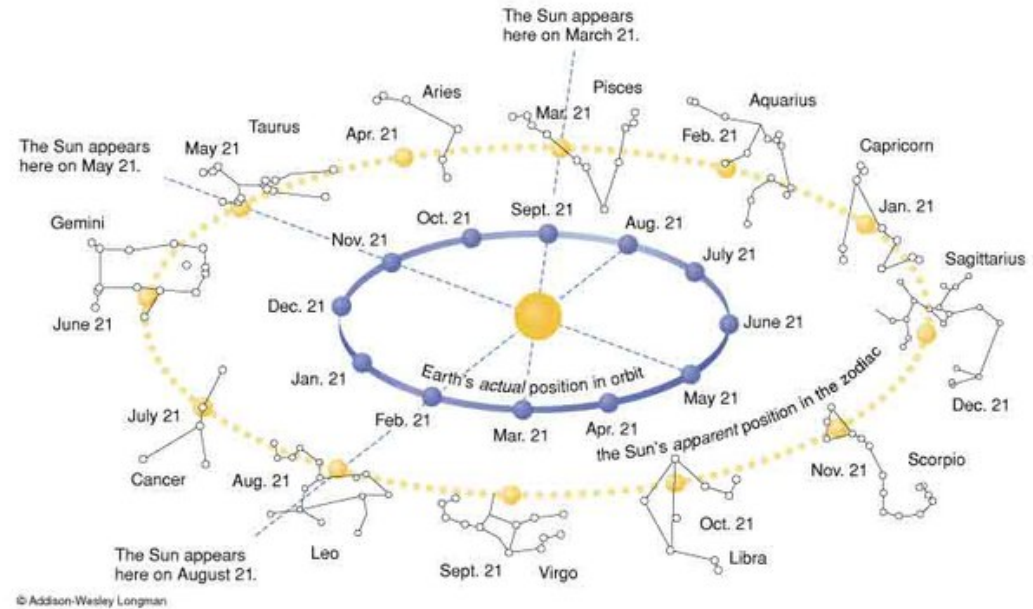
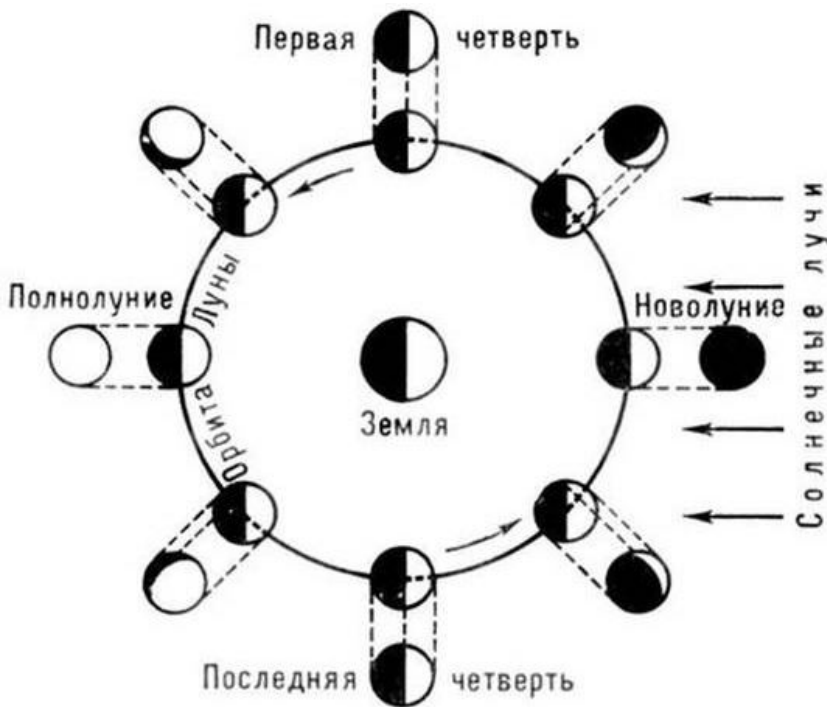
8.10.2014

27.09.2015

- В день весеннего равноденствия произошло лунное затмение. В каком созвездии находилась в это время Луна?

Задача №1

- **Ответ:** Дева.

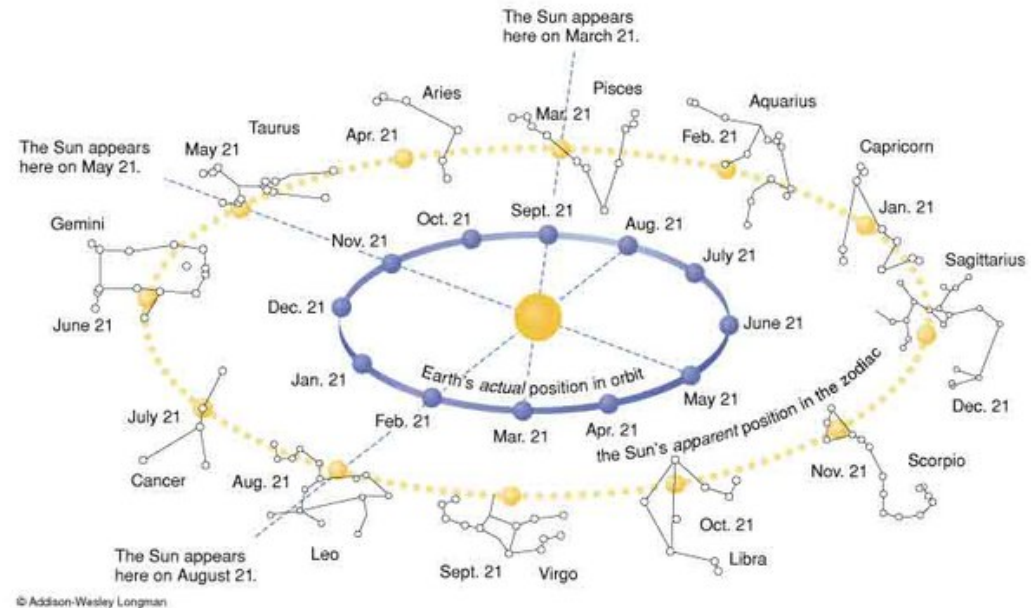
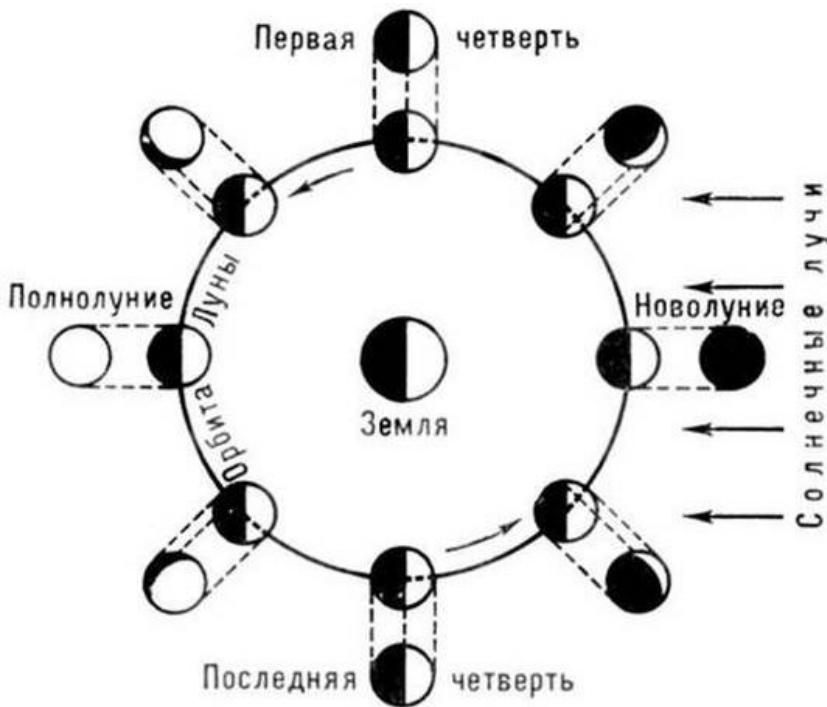


- Лунные затмения происходят только в полнолуние. Следовательно Луна находилась в точке осеннего равноденствия в созвездии Девы

- Через две недели после полнолуния произошло затмение. Какое это было затмение: солнечное или лунное?

Задача №2

- Ответ:** солнечное.

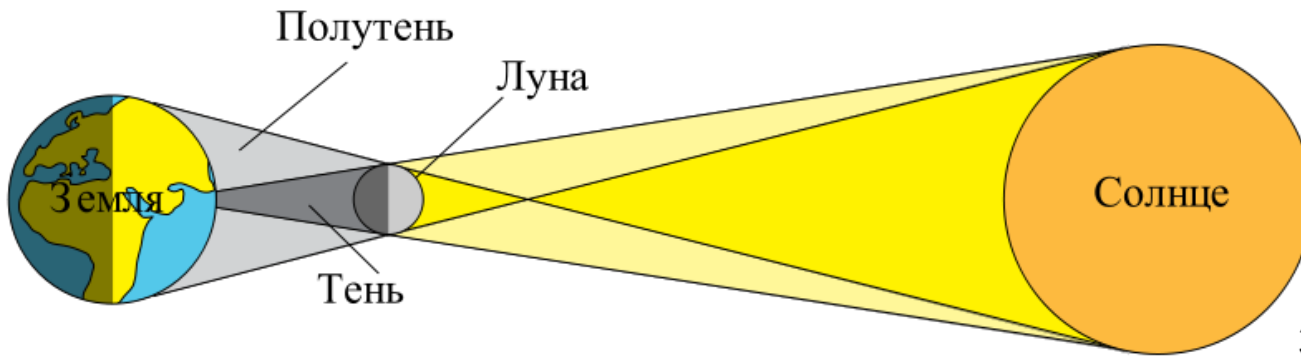


- Две недели это половина синодического периода Луны. В этот момент Луна будет в фазе новолуния следовательно затмение будет Солнечным

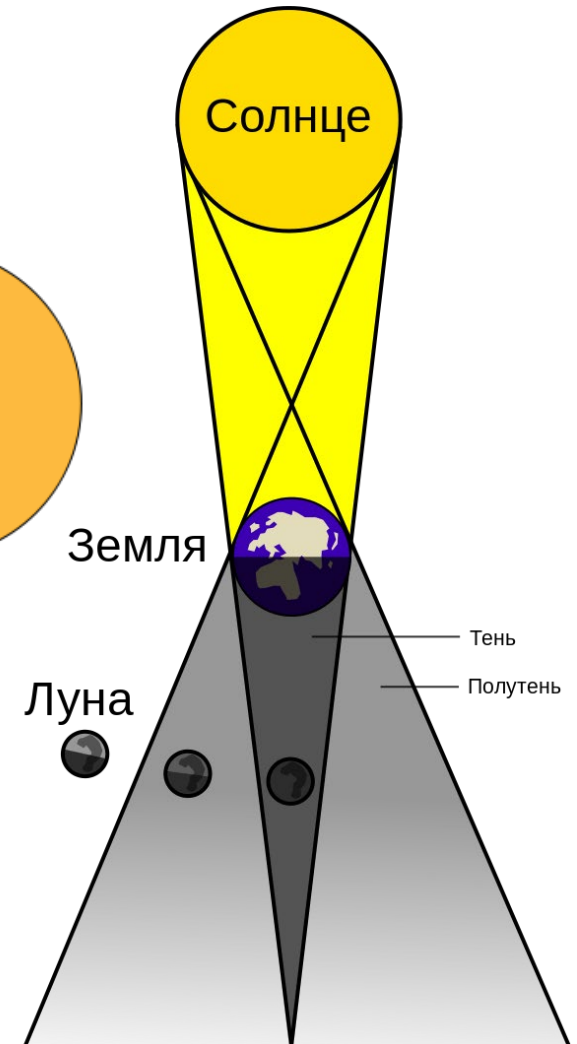
- Какие затмения происходят чаще: полные лунные или частные солнечные?

Задача №3

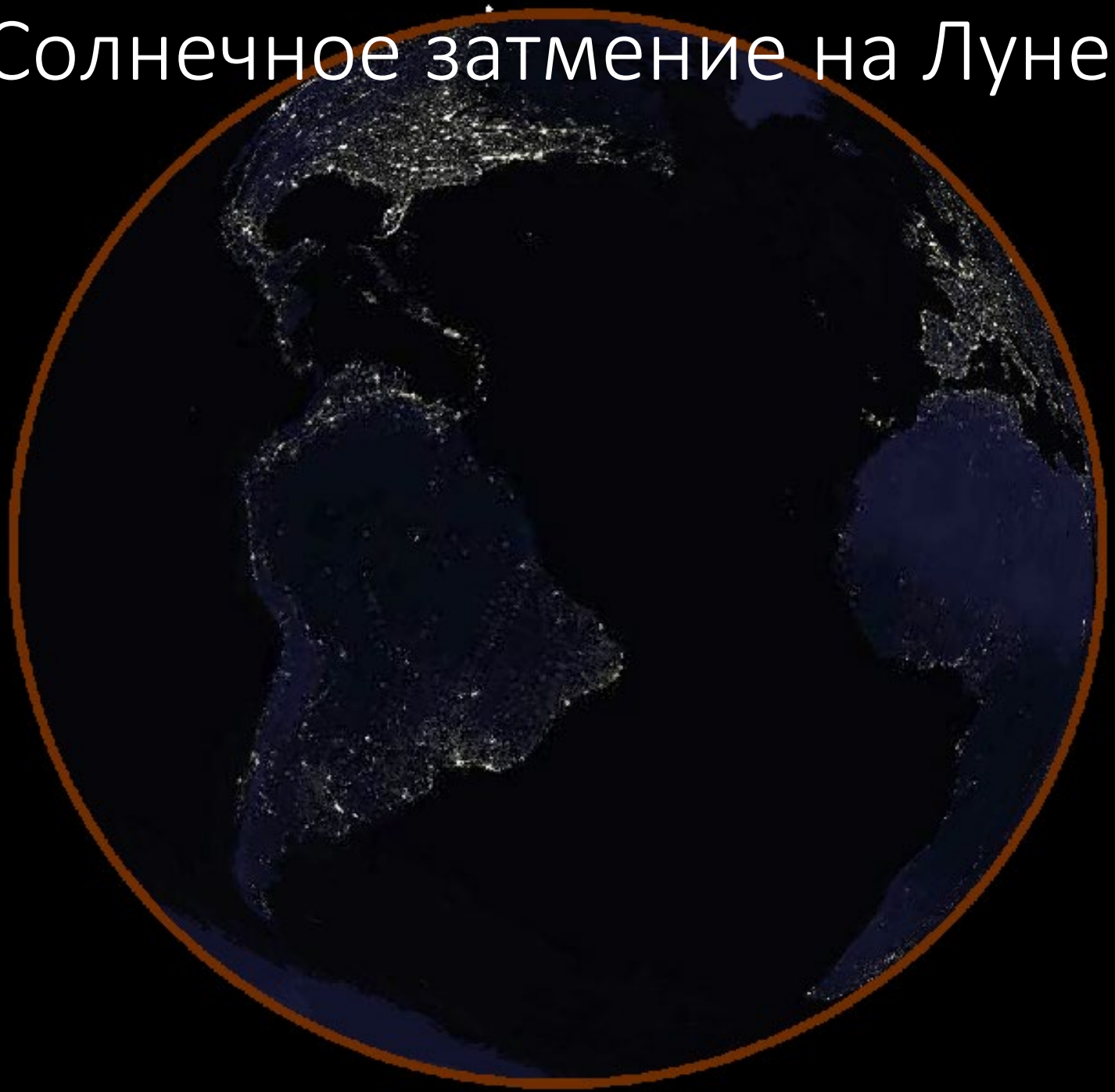
- **Ответ:** Чаще происходят частные солнечные затмения.



- Часть орбиты Луны, где возможны частные солнечные затмения длиннее, чем часть орбиты Луны где она попадает в тень Земли



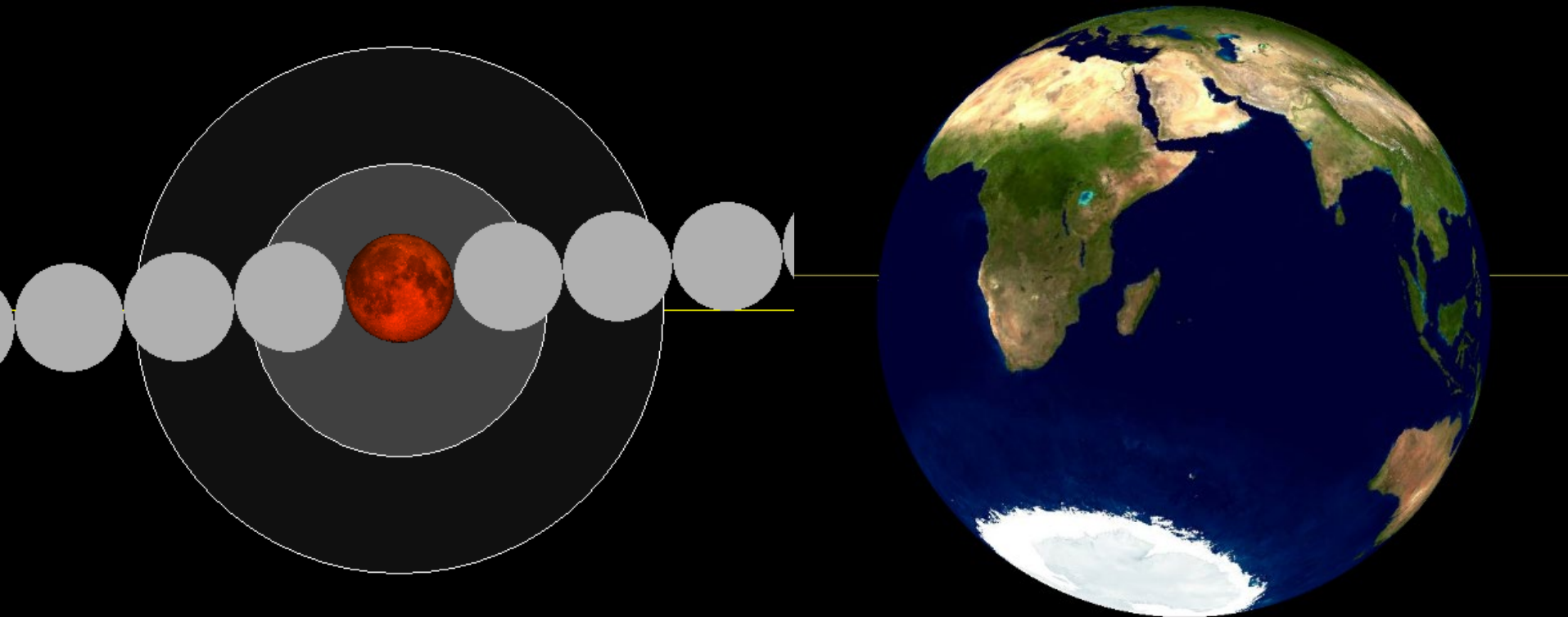
Солнечное затмение на Луне



27 июля 2018 г.

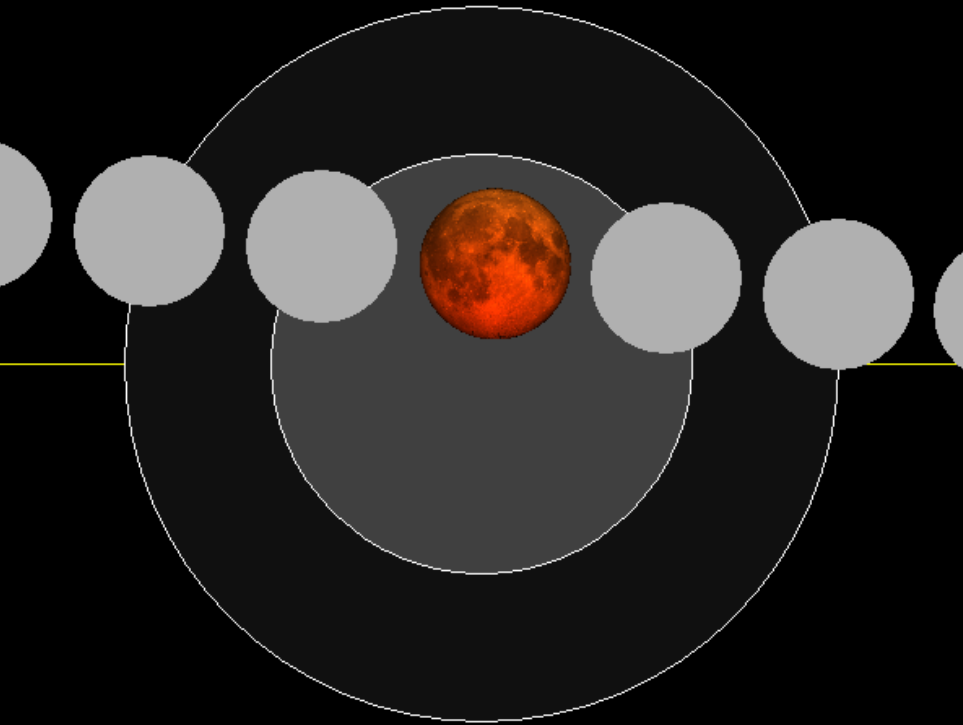
2018 Jul 27 20:22:00 UT

2018 Jul 27 20:22:00 UT

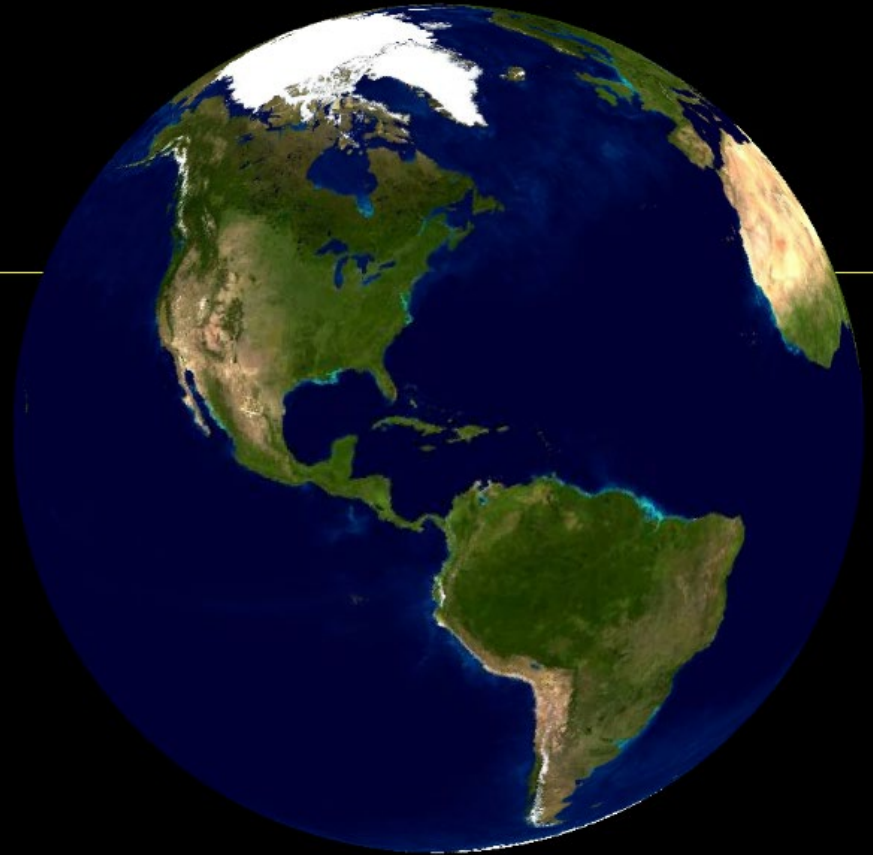


21 января 2019 г.

2019 Jan 21 05:12:00 UT

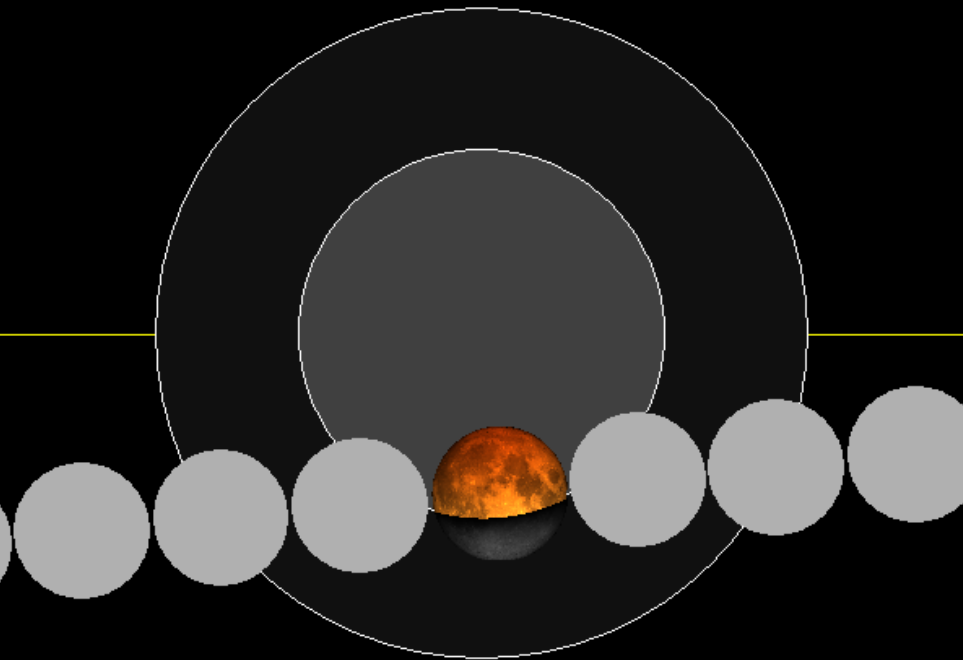


2019 Jan 21 05:12:00 UT



16 июля 2019 г.

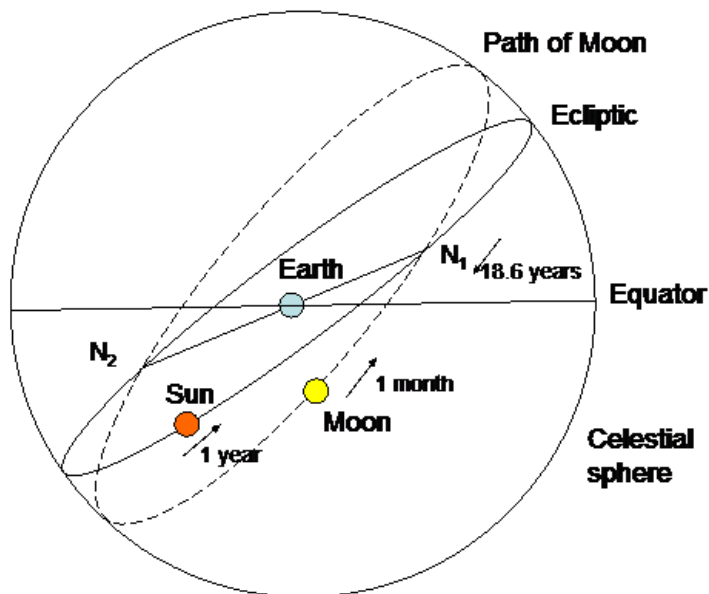
2019 Jul 16 21:31:00 UT



2019 Jul 16 21:31:00 UT



Сарос

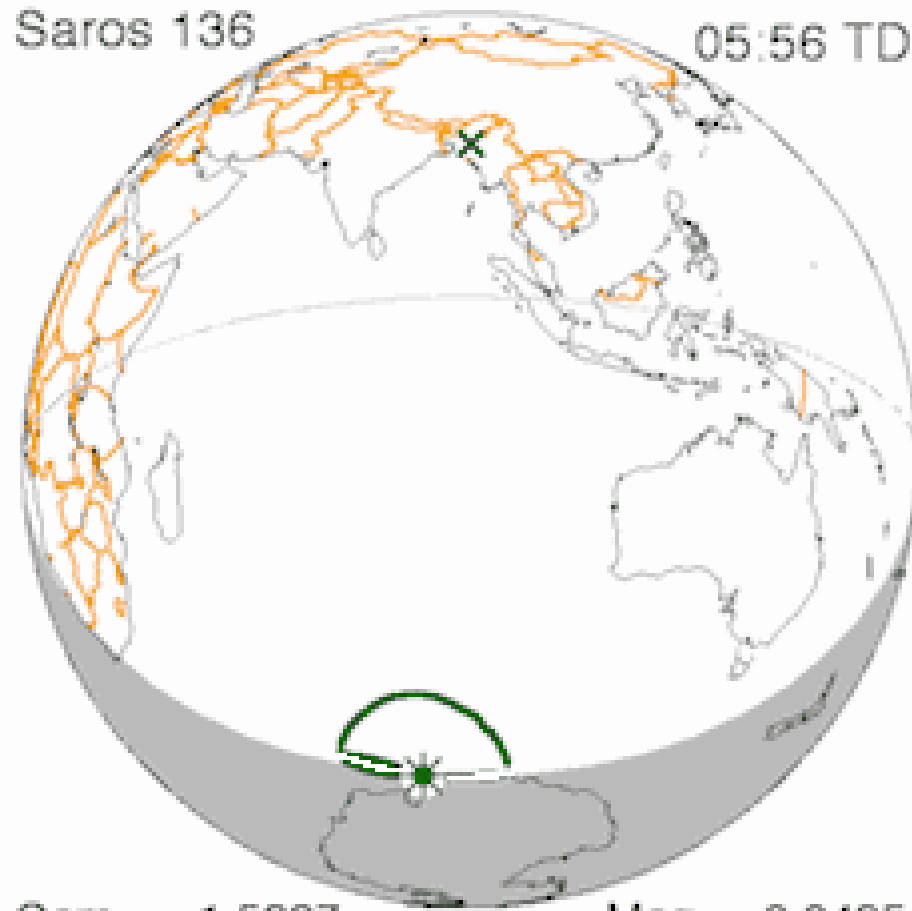


Сáрос (греч. σάρος) или драконический период — 223 синодических месяцев (в среднем приблизительно 6585,3213 дня или 18,03 тропического года),

223 синодических месяца Луны (18 календарных лет и $10\frac{1}{3}$ или $11\frac{1}{3}$ дня) почти равны 242 драконическим месяцам (6585,36 дня), то есть через $6585\frac{1}{3}$ дня Луна возвращается к той же сизигии и к узлу орбиты.

Partial
Saros 136

1360 Jun 14
05:56 TD



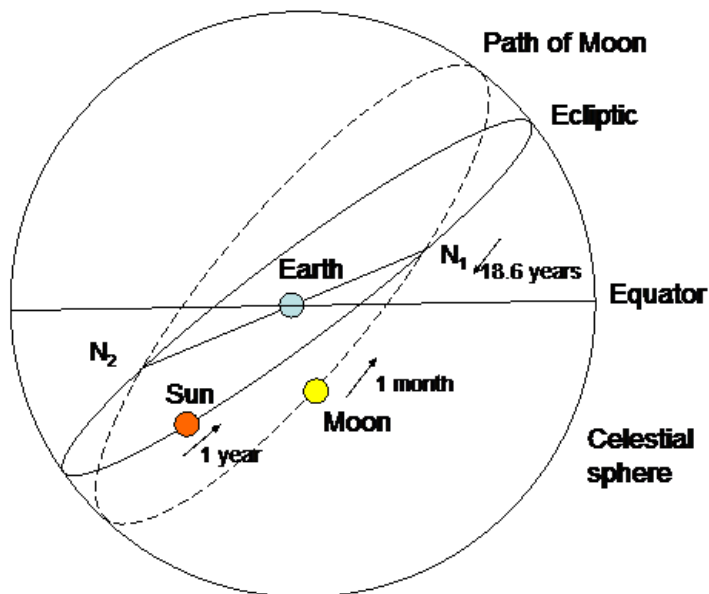
Gam. = -1.5227

Mag. = 0.0495

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus, 2006)

Animation by Dan McGlaun, 2007

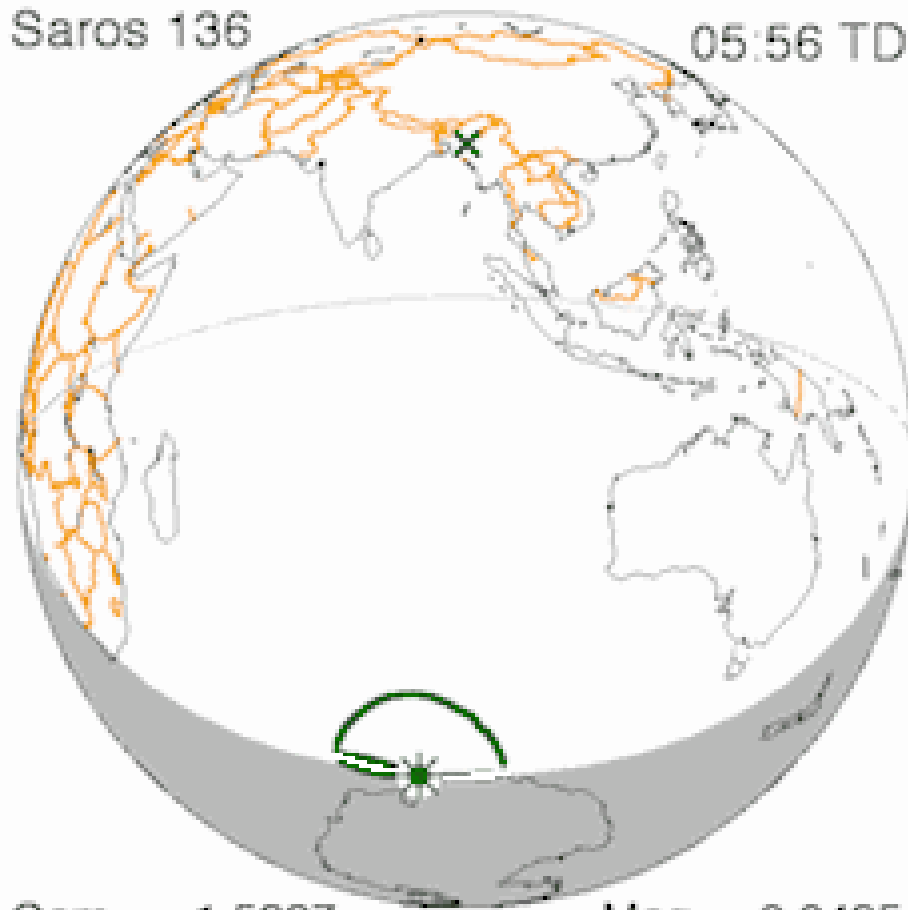
Сарос



К тому же узлу возвращается Солнце (19, или 6585,78 дня) — периодов прохождения Солнца через один и тот же узел орбиты Луны.

Partial
Saros 136

1360 Jun 14
05:56 TD



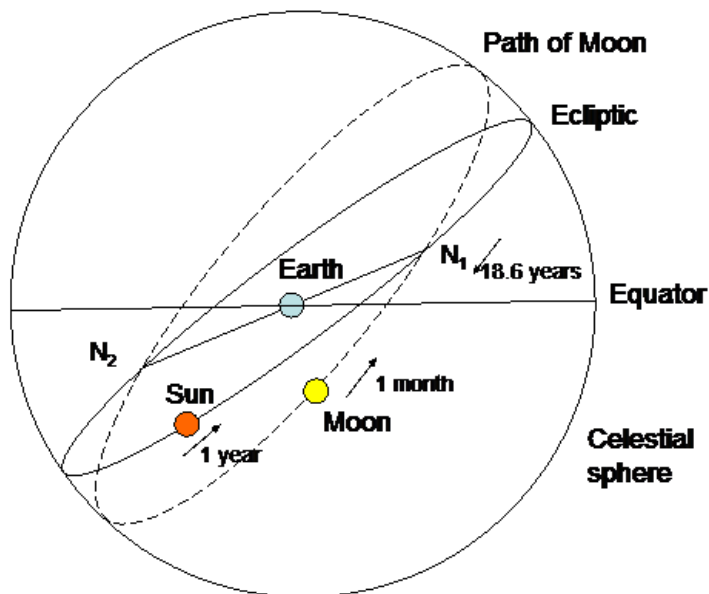
Gamma. = -1.5227

Mag. = 0.0495

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus, 2006)

Animation by Dan McGlaun, 2007

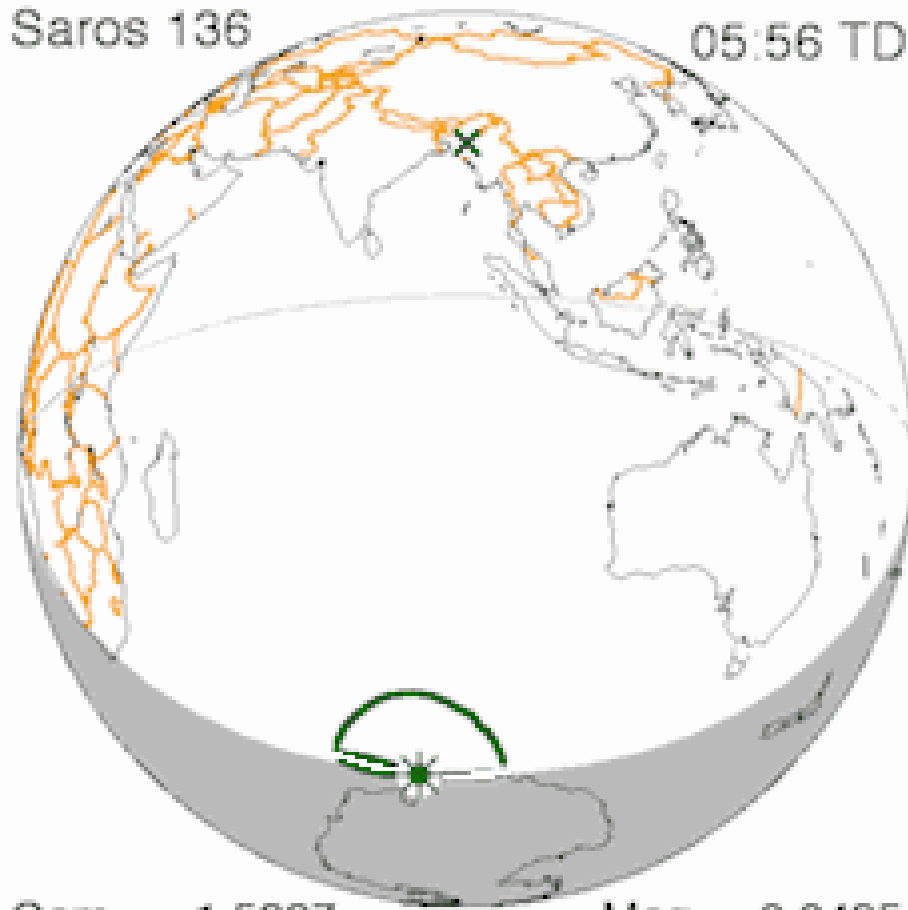
Сарос



Кроме того, 239 аномалистических месяцев Луны равны 6585,54 дня, так что соответствующие затмения в каждом саросе наступают при одинаковом удалении Луны от Земли и имеют одну и ту же длительность. В течение одного сароса в среднем происходит 41 солнечное затмение (из них примерно 10 — полные) и 29 лунных затмений.

Partial
Saros 136

1360 Jun 14
05:56 TD



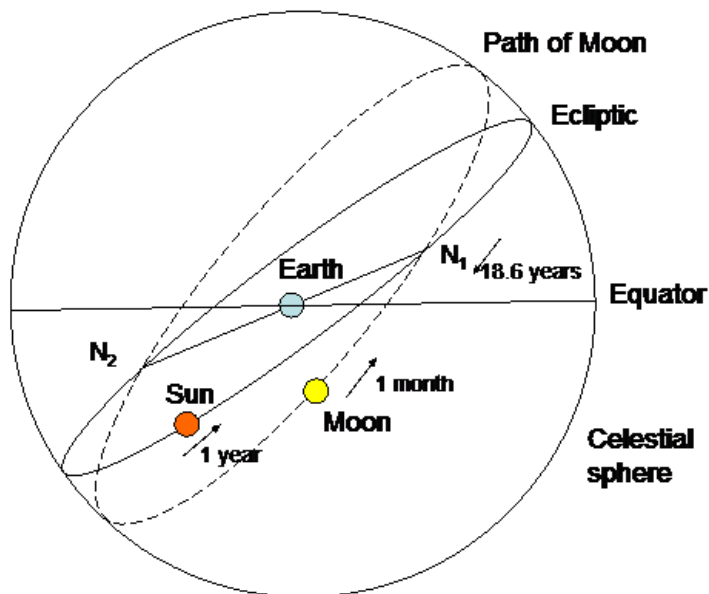
Gamma. = -1.5227

Mag. = 0.0495

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus, 2006)

Animation by Dan McGlaun, 2007

Сарос

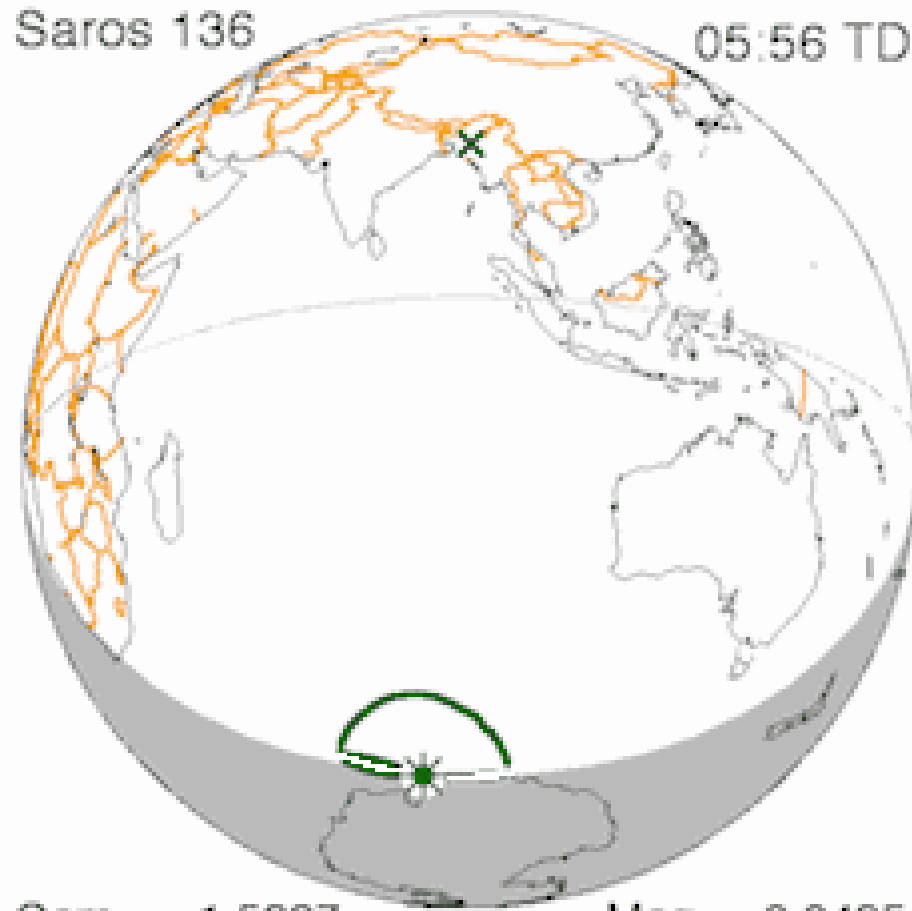


Тройному саросу — экселигмос (греч. ἐξέλιγμος), содержащий целое число дней, который использовался в Антикитерском механизме.

Берос саросом называет календарный период в 3600 лет; меньшие периоды носили названия: нерос в 600 лет и соссос в 60 лет

Partial
Saros 136

1360 Jun 14
05:56 TD



$\text{Gam.} = -1.5227$

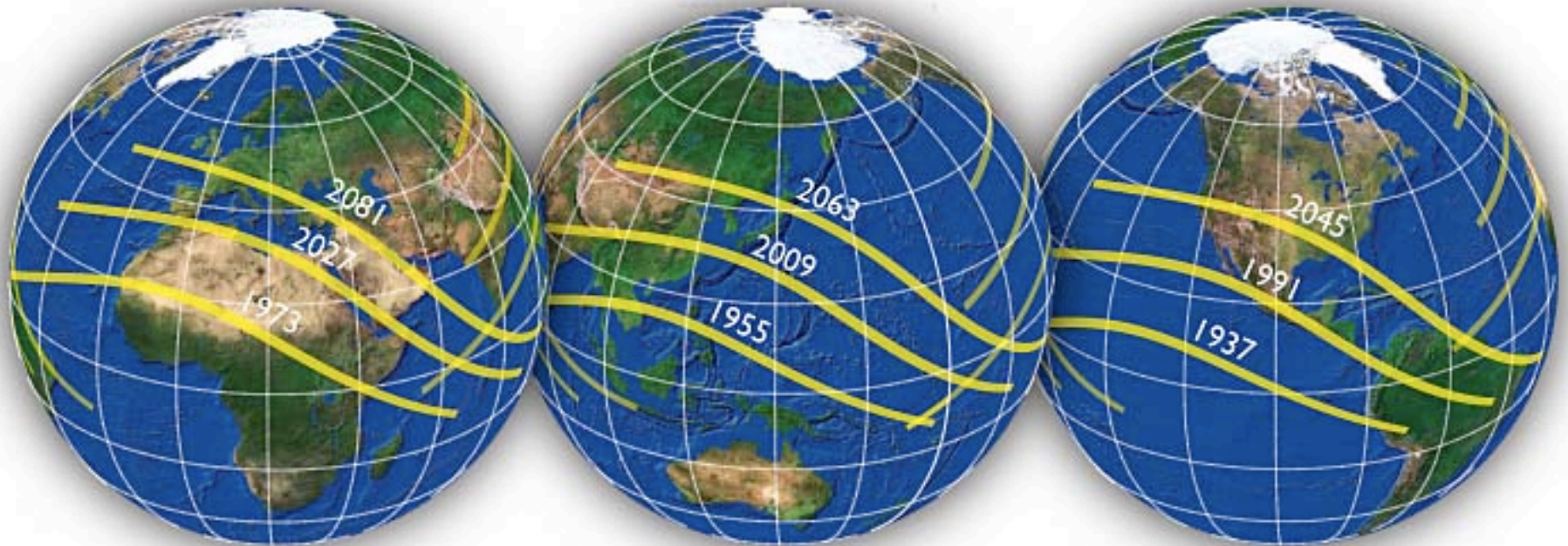
$\text{Mag.} = 0.0495$

Five Millennium Canon of Solar Eclipses (Espenak & Meeus, 2006)

Animation by Dan McGlaun, 2007

Сарос и Затмения

Saros 136



Each eclipse path shifts $\sim 120^\circ$ west of the previous one.

Orthographic projection centered
at 26° North, 22° East

Orthographic projection centered
at 26° North, 142° East

Orthographic projection centered
at 26° North, 98° West

Задача №4

- С какой угловой скоростью Луна движется через земную полутень? Лунную и земную орбиты считать круговыми. Ответ дайте в угловых минутах в час.
- **Ответ:** 30.5'/час.



- Определим угловую скорость движения Луны относительно далеких звезд это будет:
- $$\omega = \frac{2\pi}{S} = \frac{360^\circ \cdot 60'}{29.5 \cdot 24} = 30.5'$$
- Синодический период необходимо брать поскольку Луна движется вместе с Землей относительно далеких звезд.

Задача №5

- Найдите среди представленных фотографий изображения лунного затмения.

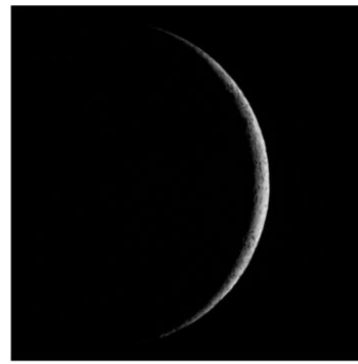
• **Ответ:** 1, 2, 6



1



2



3



4



5



6

- Поскольку размер тени Земли на орбите Луны больше Луны в примерно в 2.5 раза. То круг тени больше диаметром чем диск Луны.
- Терминатор начинается на противоположных частях диска. И всегда является частью эллипса. За исключением первой и последней четверти.
- Так как Лунные затмения происходят только в полнолуние, то теней на Луне от гор видно не должно быть.

Задача №6

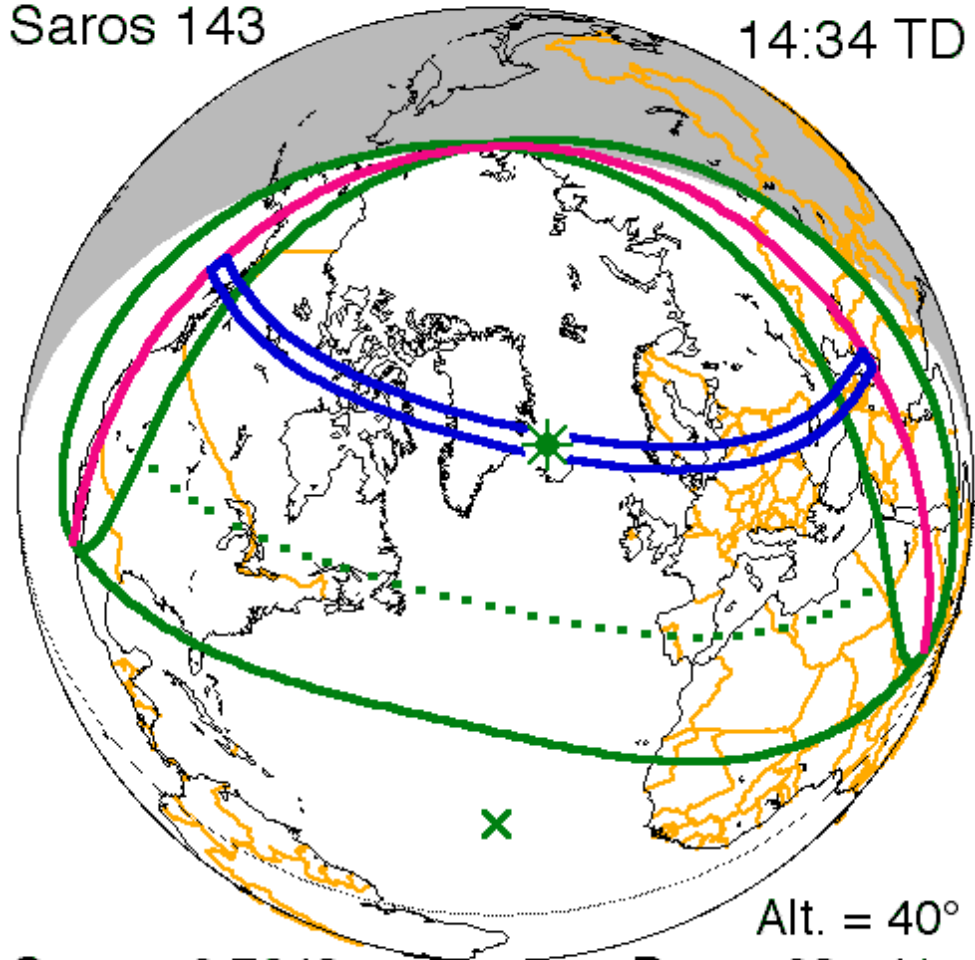
- Полоса полного солнечного затмения прошла через Грузию, Исландию, Норвегию, Польшу, Россию, Украину, Швецию. Расставьте эти страны в том порядке, в котором тень вступала на их территорию.
- **Ответ:** Исландия, Норвегия, Швеция, Польша, Украина, Россия и Грузия.

Total

Saros 143

1851 Jul 28

14:34 TD

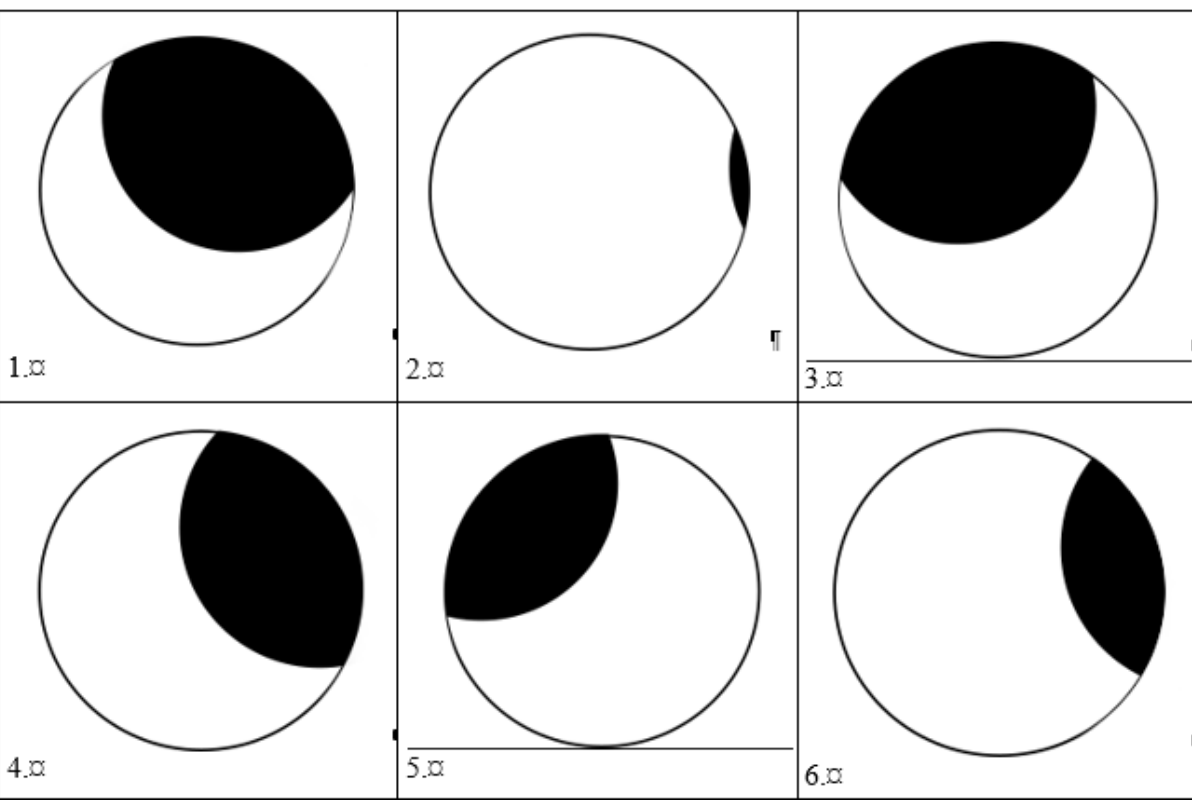


Gam. = 0.7643

Alt. = 40°
Dur. = 03m41s

Задача №7

- Частное солнечное затмение наблюдается в северном полушарии. Расставьте изображения фаз затмения в хронологическом порядке. На изображениях север сверху.



- Важным фактом Луна всегда обгоняет Солнце в движении по небу, следовательно закрывать Солнце она начинает с западного его края.
 - Видно, что для наблюдателя состоялось частное Солнечное затмение, фаза его растёт, достигает максимума и затем уменьшается.
 - Следовательно по порядку №2, №6, №4, №1, №3 и №5.
- Ответ:** 2, 6, 4, 1, 3, 5.

Формула Погсона

$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0.4(m_2 - m_1)} \Rightarrow m_1 - m_2 = -2.5 \lg \left(\frac{E_1}{E_2} \right)$$

В возрасте 18 лет вычислил орбиты 2 комет.

С 1850 по 1851 года - обсерватория Бишопа.

В 1851 - н. с. обсерватории Редклифф в Оксфорде, Англия.

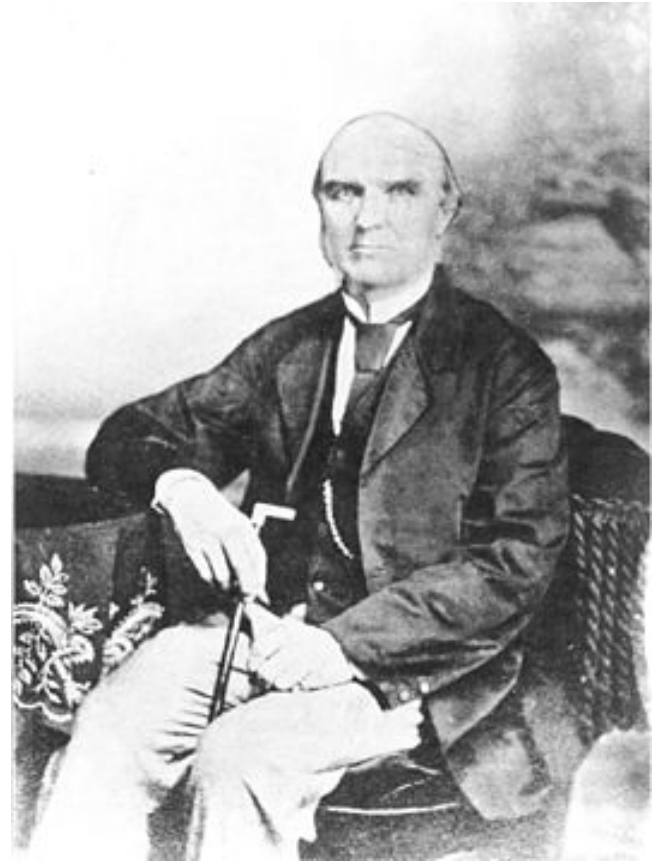
В 1860 переехал в Мадрас, Индия, где занял должность государственного астронома.

В Мадрасской обсерватории издал каталог 11015 звёзд.

Также открыл там 5 астероидов и 6 переменных звёзд.

Особенно отмечен за своё наблюдение о том, что в системе видимых звёздных величин, введённой греческим астрономом Гиппархом, звёзды первой величины примерно в сто раз ярче, чем звёзды шестой величины.

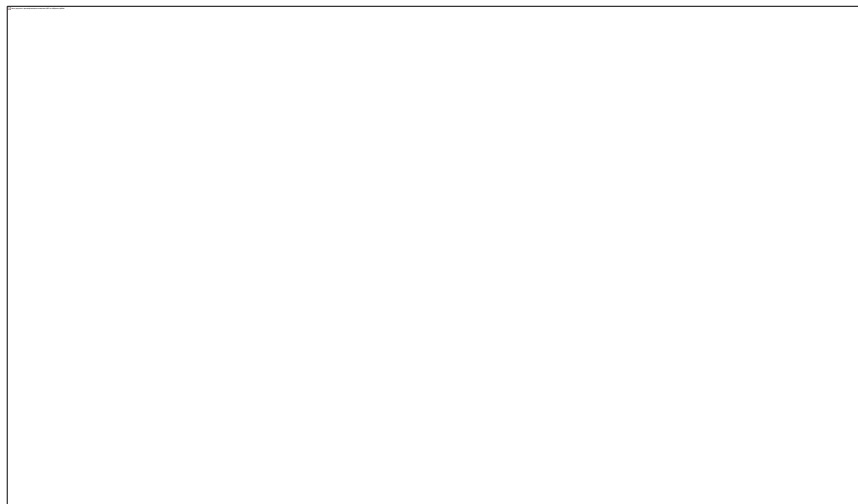
В 1856 году он предложил взять такое положение за стандарт, чтобы каждое уменьшение звёздной величины представляло уменьшение в яркости равное корню пятой степени из 100



Норман Роберт Погсон
23.03.1829 - 23.06.1891

Шпаргалка

Отношение	Разница в m
2,512	1
6,25	2
16	3
40	4
100	5



Объект	Яркость m_V
Солнце	-26.7
Полная Луна	-12.7
Венера	-4.6
Юпитер	-2.9
Марс	-2.5
Меркурий	-2.4
Сириус	-1.47
Канопус	-0.72
Толиман	-0.3
Сатурн	-0.2
Арктур	-0.04
Вега	0.03
Капелла	0.08
Ригель	0.12



HD 216932
apmag 9.1

65 Cybele
apmag 11.6

HD 217121
apmag 8.7

2009-09-21 08UT

Кратная система Альбирео в Лебеде

- $\alpha = 19^{\text{ч}} 30^{\text{м}} 43^{\text{с}}$
- $\delta = +27^{\circ}57'35''$
- Расстояние 127 пк
- Альбирео А
- $m_V = 3.09^{\text{м}}$
- $B-V = 1.13^{\text{м}}$
- Сп. класс K2II
- Альбирео В
- $m_V = 5.11^{\text{м}}$
- $B-V = -0.10^{\text{м}}$
- Сп. класс B8Ve



Формула Погсона и Альбиро



Альбиро А, Спектральный
класс K2II

$m_V = 3.09^m$

$B-V = 1.13^m$

Альбиро В, Спектральный
класс B8Ve

$m_V = 5.11^m$

$B-V = -0.10^m$

Формула Погсона и Альбиро



Альбиро Аа,
Спектральный класс K2II
 $m_V = 3.18^m$
 $B-V = 1.13^m$
Альбиро Ас,
Спектральный класс B8:p
 $m_V = ?$
 $m_{V,\Sigma} = 3.09^m$

Задача №8

- Суммарный блеск двойной звезды составляет 6^m , а блеск одного из её компонентов равен 7^m . Во сколько раз второй компонент ярче или слабее первого?

- Ответ:** ярче в 1,512 раза.

- Воспользуемся формулой Погсона:

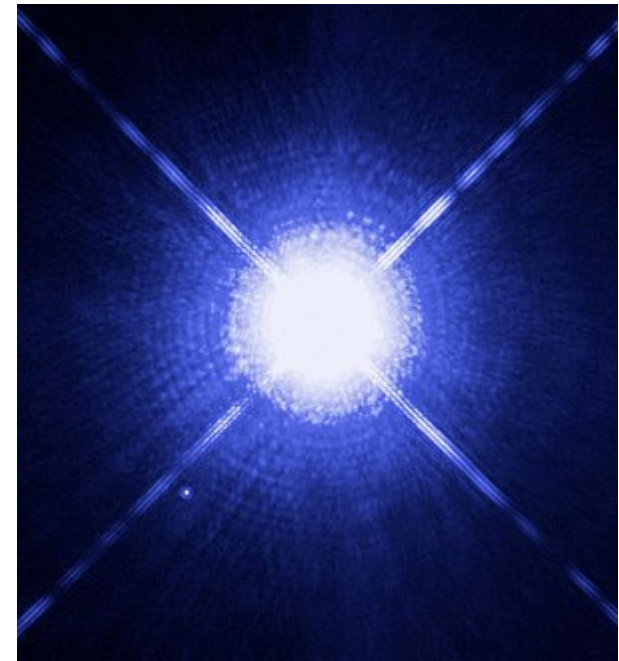
- $$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0.4(m_2 - m_1)}, E_{\Sigma} = E_1 + E_2$$

- $$\frac{E_2}{E_{\Sigma}} = \frac{E_1 + E_2}{E_1} = 1 + \frac{E_2}{E_1} = 10^{0.4(m_1 - m_{\Sigma})} \Rightarrow$$

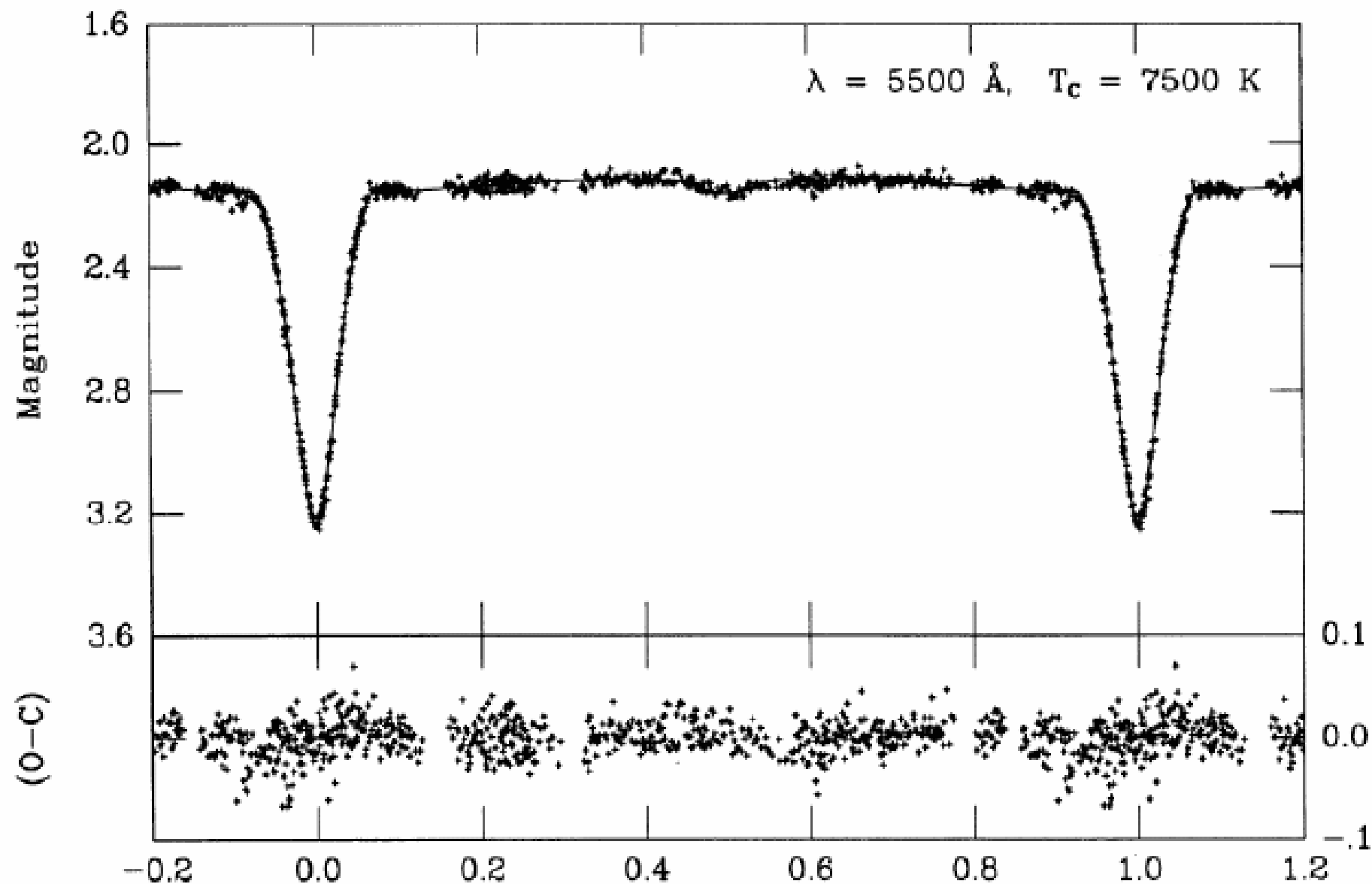
- $$\frac{E_2}{E_1} = 10^{0.4(m_1 - m_{\Sigma})} - 1 = 10^{0.4(7 - 6)} - 1 \approx 1.5$$

- Обратим внимание, что наибольший вклад второй компонент будет тогда, когда его блеск будет равен первому.

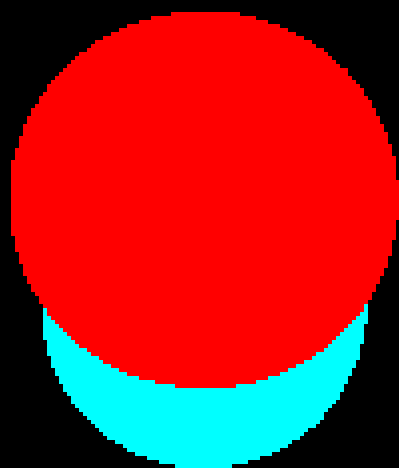
- Чем больше разница в блеске тем меньше вклад слабого компонента



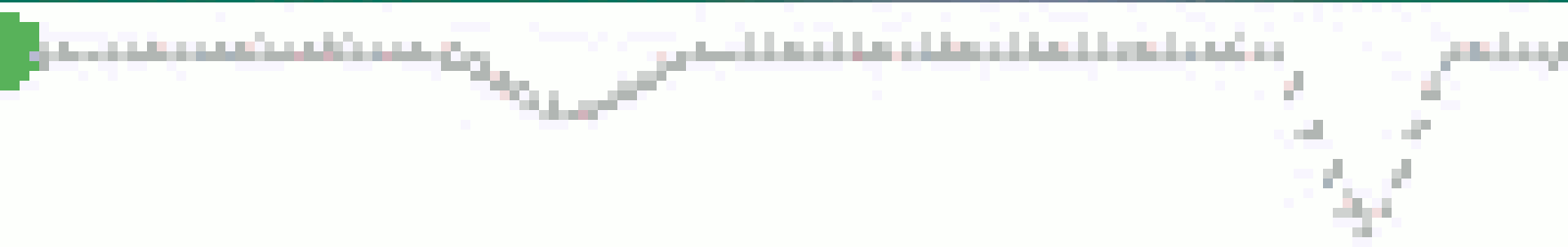
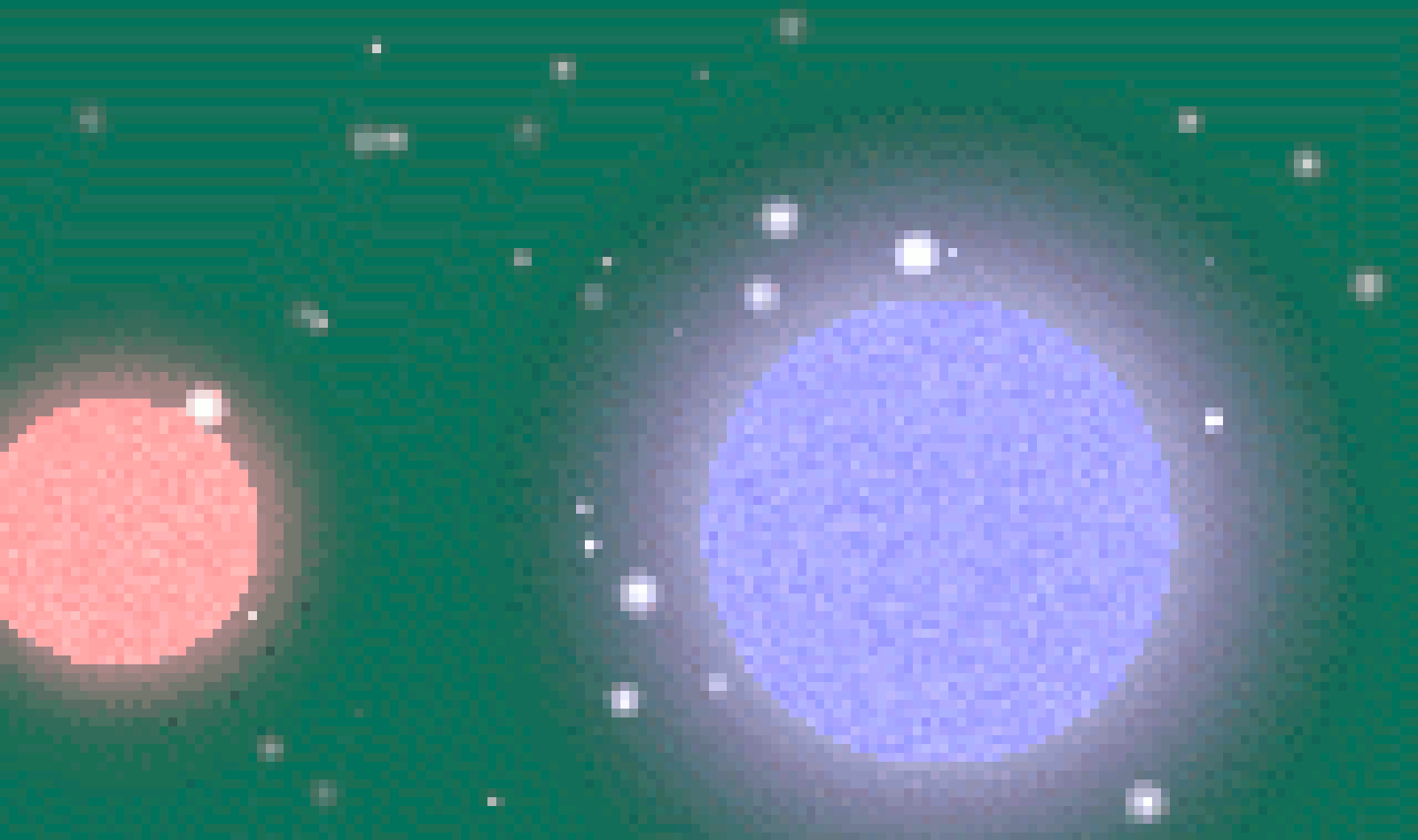
Затменные переменные типа Алголя (EA)



Algol

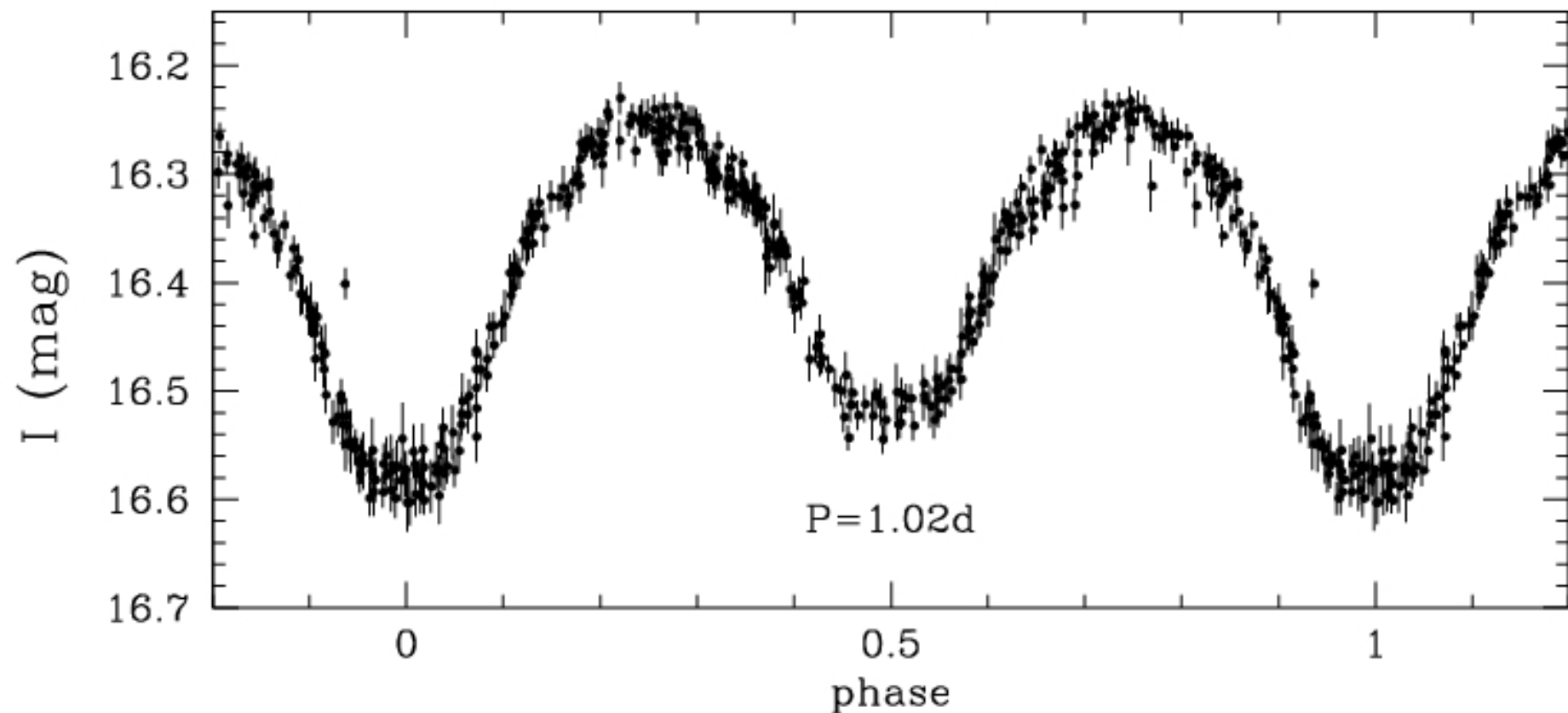


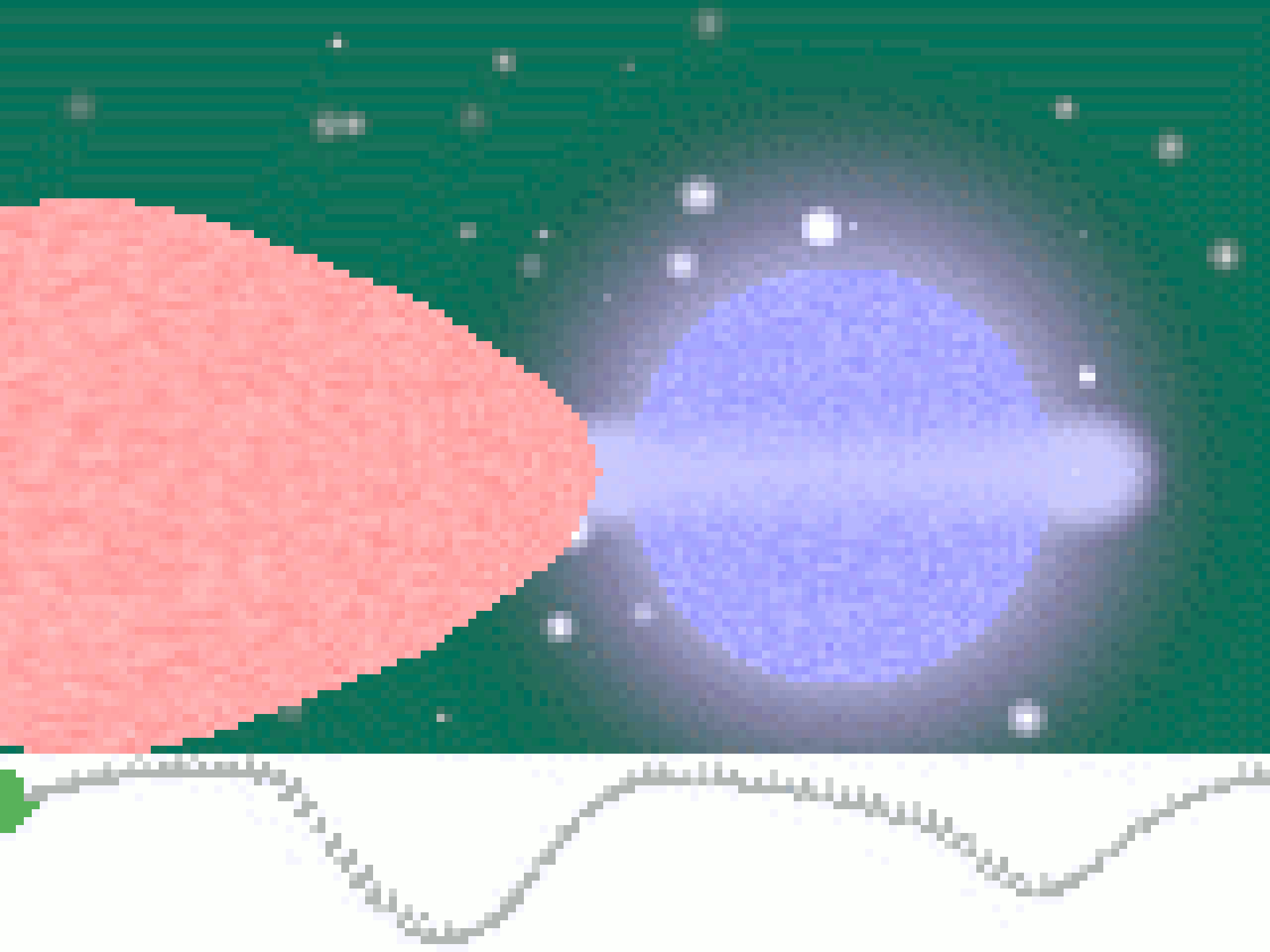
$\phi=0.00$



Затменные переменные типа β Лиры (EB)

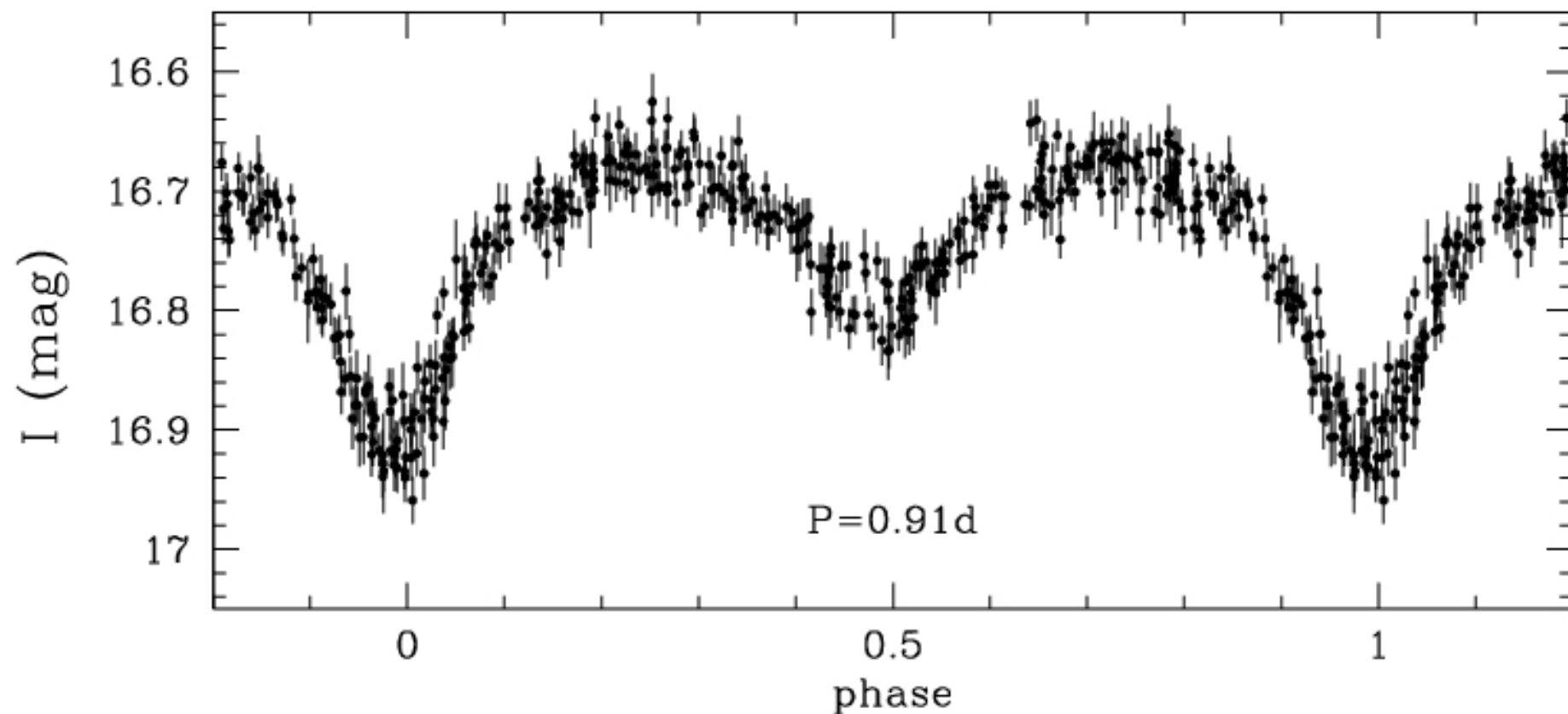
eclipsing binary (EB/EW)



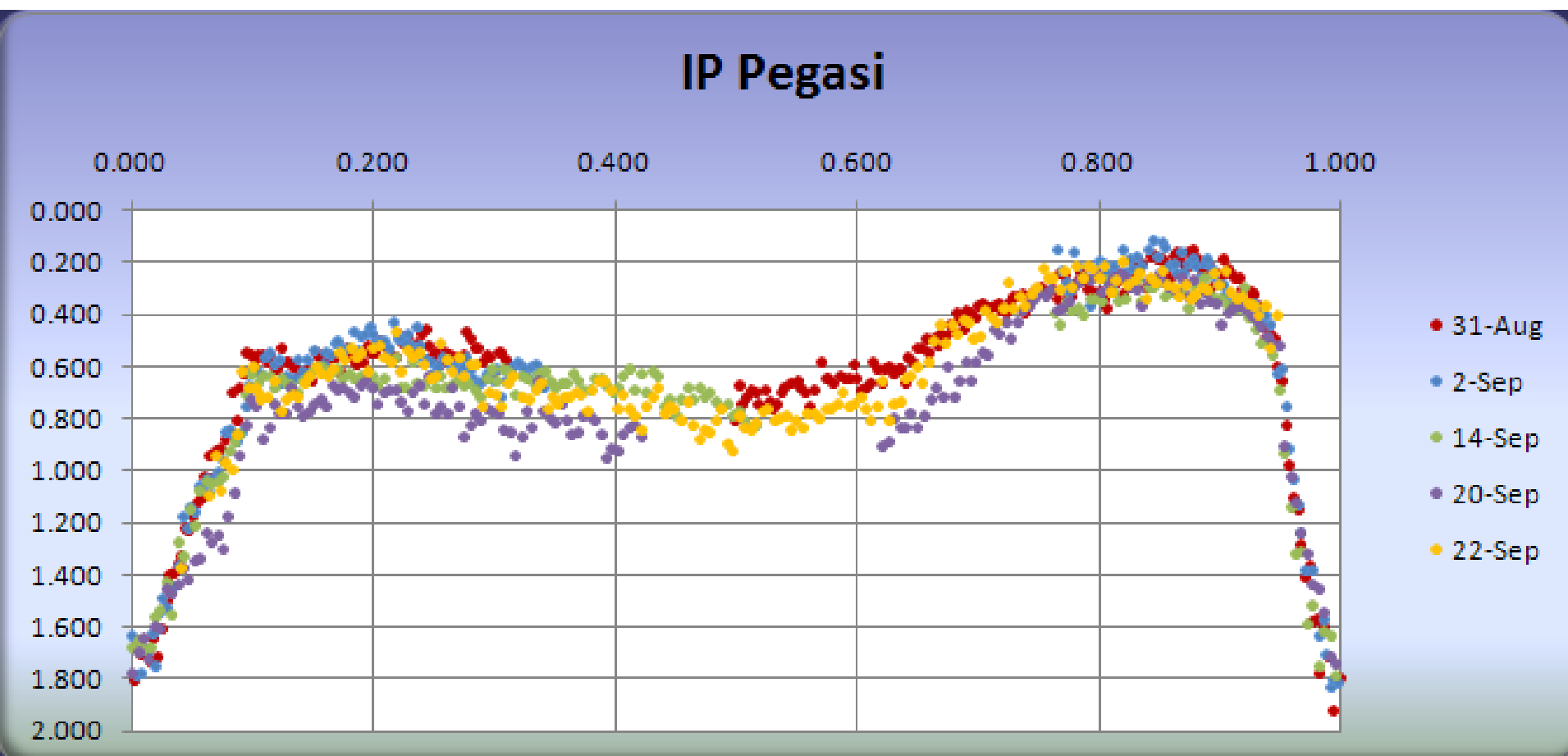


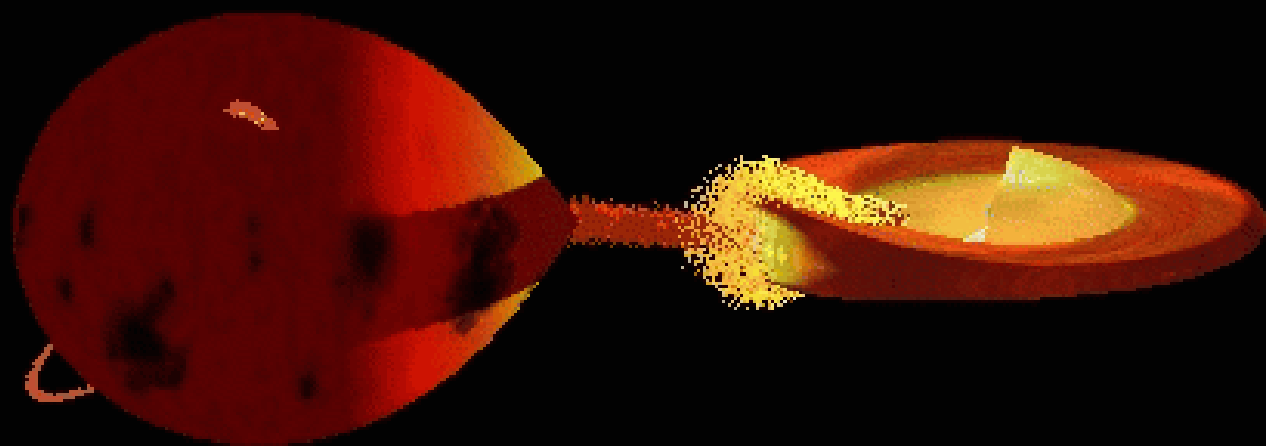
Затменные переменные типа W Большой Медведицы (EW)

eclipsing binary (EW)

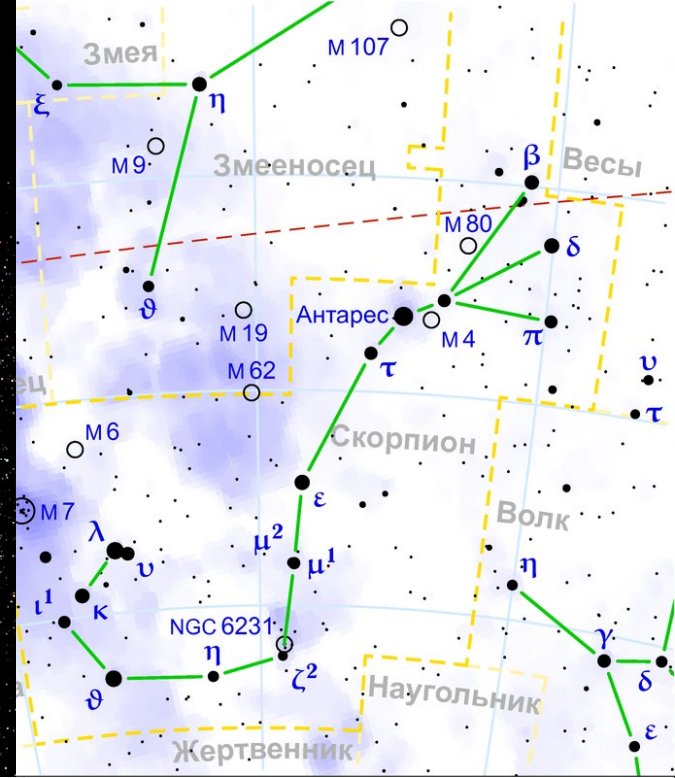


Переменные типа Z Жирафа (ZCam)



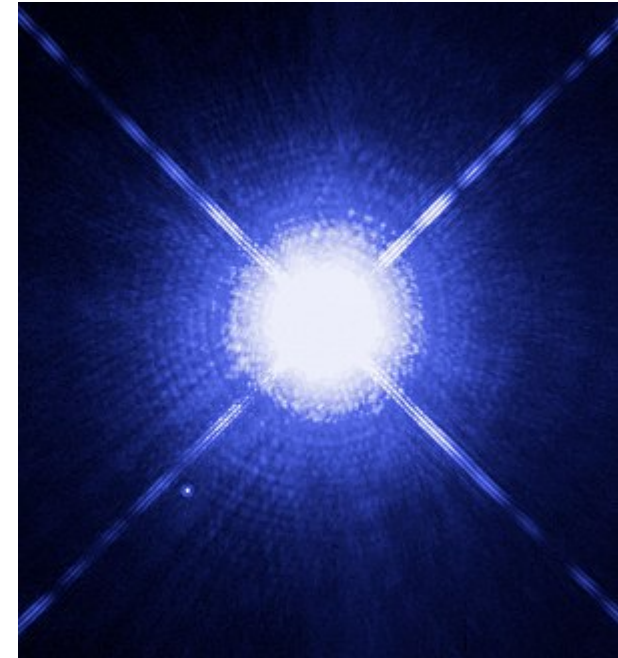


Формула Погсона и Шаровые Звездные скопления



- Сириус мы видим как звезду яркостью $-1,47^m$. Однако у Сириуса А есть близкий спутник Сириус В с блеском $8,44^m$, который также вносит вклад в видимый блеск Сириуса. Определите:

Задача №9

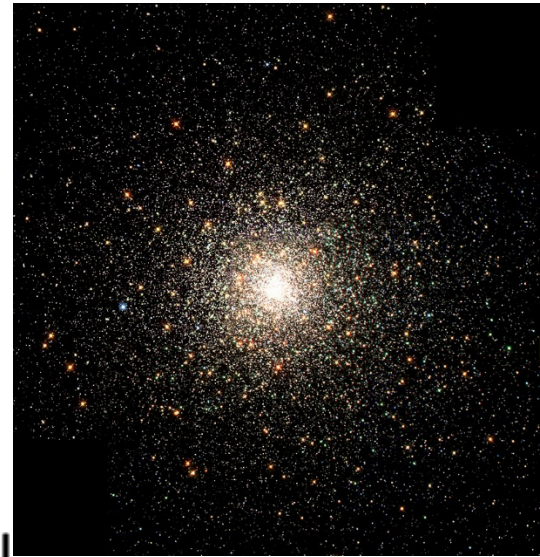


- На сколько звёздных величин Сириус был бы тусклее, если бы спутника не было?
 - Во сколько раз Сириус ярче своего спутника?
- Ответ:** на $5 \cdot 10^{-5}$ звёздных величин, в 9120 раз.
- Воспользуемся формулой Погсона:
- $$\frac{E_1}{10^{0.4(m_2 - m_1)}} = E_2, E_\Sigma = E_1 + E_2, \frac{E_\Sigma}{E_2} = \frac{E_1 + E_2}{E_2} = 1 + \frac{E_1}{E_2} =$$
- $$\frac{E_2}{E_1} = 10^{0.4(m_2 - m_\Sigma)} - 1 = 10^{0.4(8.44 - (-1.47))} - 1 \approx 9120 \text{ раз} \Rightarrow$$

$$\Delta m = 2.5 \lg \left(\frac{E_2}{E_1} \right) \approx 5 \cdot 10^{-5}$$

Задача №10

- Звёздное скопление 6-й звёздной величины имеет угловой диаметр около $1'$. Определите поверхностную яркость скопления в звёздных величинах с квадратной секунды.



- Ответ:** примерно $16,1^m/\square''$.
- Будем считать скопление круглой формы, следовательно его площадь в квадратных секундах будет: $N = \pi \cdot R^2 = 3.14 \cdot 60^2 \approx 11310$
- Воспользуемся формулой Погсона:
$$\frac{E_1}{E_2} = 10^{0.4(m_2 - m_1)}, E_\Sigma = E_1 + \dots + E_1, \frac{E_\Sigma}{E_1} = N = 10^{0.4(m_1 - m_\Sigma)}$$
- $m_1 = m_\Sigma + 2.5 \lg(N) = 6 + 2.5 \lg(11310) \approx 16.1^m/\square''$

Задача №11

- Астроном при наблюдениях в средней полосе России заметил, что звезда λ Орла ($\alpha = 19^h06^m$, $\delta = -4^\circ53'$) только что зашла за горизонт. Какие звёзды можно найти в этот момент на небе: τ Стрельца ($\alpha = 19^h07^m$, $\delta = -24^\circ40'$), Полярная ($\alpha = 2^h32^m$, $\delta = 89^\circ66'$), Унукалхаи ($\alpha = 15^h44^m$, $\delta = 6^\circ26'$), Шеат ($\alpha = 23^h04^m$, $\delta = +28^\circ05'$)?



- **Ответ:** Полярная и Шеат.
- Обратим внимание, что поскольку зашла звезда, у которой прямое восхождение составляет 19 часов, то на меридиане находятся небесные светила на 6 часов большим прямым восхождением, т.е. $19+6 - 1$ час, а у противоположной части горизонта звезды с прямым восхождением 7 часов.
- Следовательно видны звезды в интервал 19 до 1 часа.
- Видна звезда Шеат и Полярная, т.к. она незаходящая.

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

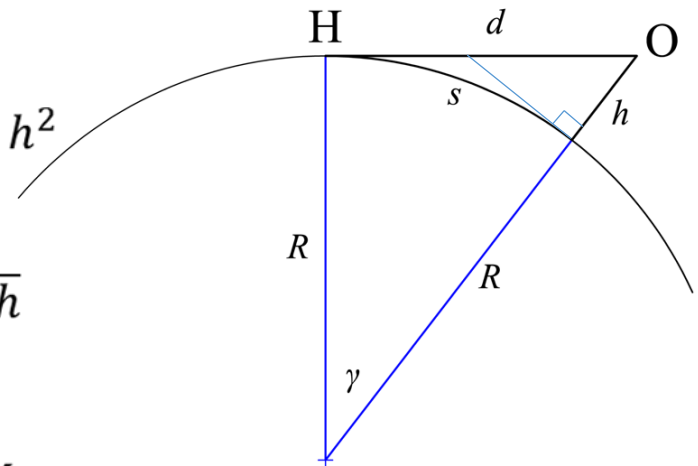
$$s = \gamma \cdot R = 0.013 \cdot 6371 \approx 82.6 \text{ км} \approx 83 \text{ км}$$

- Расстояние до горизонта по прямой - d

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

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

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

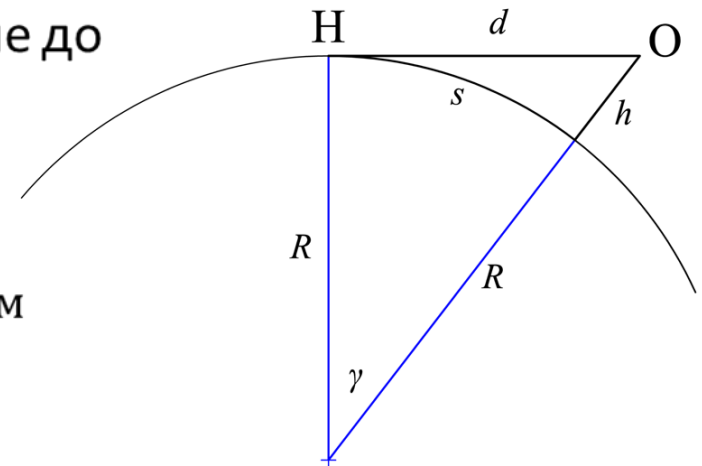


Задача №12



- Два маяка высотой 18 метров стоят на берегу моря. Какой может быть максимальное расстояние между маяками, чтобы с вершины одного маяка было видно свет другого. Рефракцией пренебречь.
- **Ответ:** 30 км.
- Случай максимального расстояния будет тогда, когда маяк будет виден на горизонте, следовательно это будет двойное расстояние до горизонта с маяка наблюдателя.
- Расстояние до горизонта по прямой - d

$$d \approx 2\sqrt{2Rh} \approx 2\sqrt{2 \cdot 6371 \cdot 0.018} \approx 30.3 \approx 30 \text{ км}$$



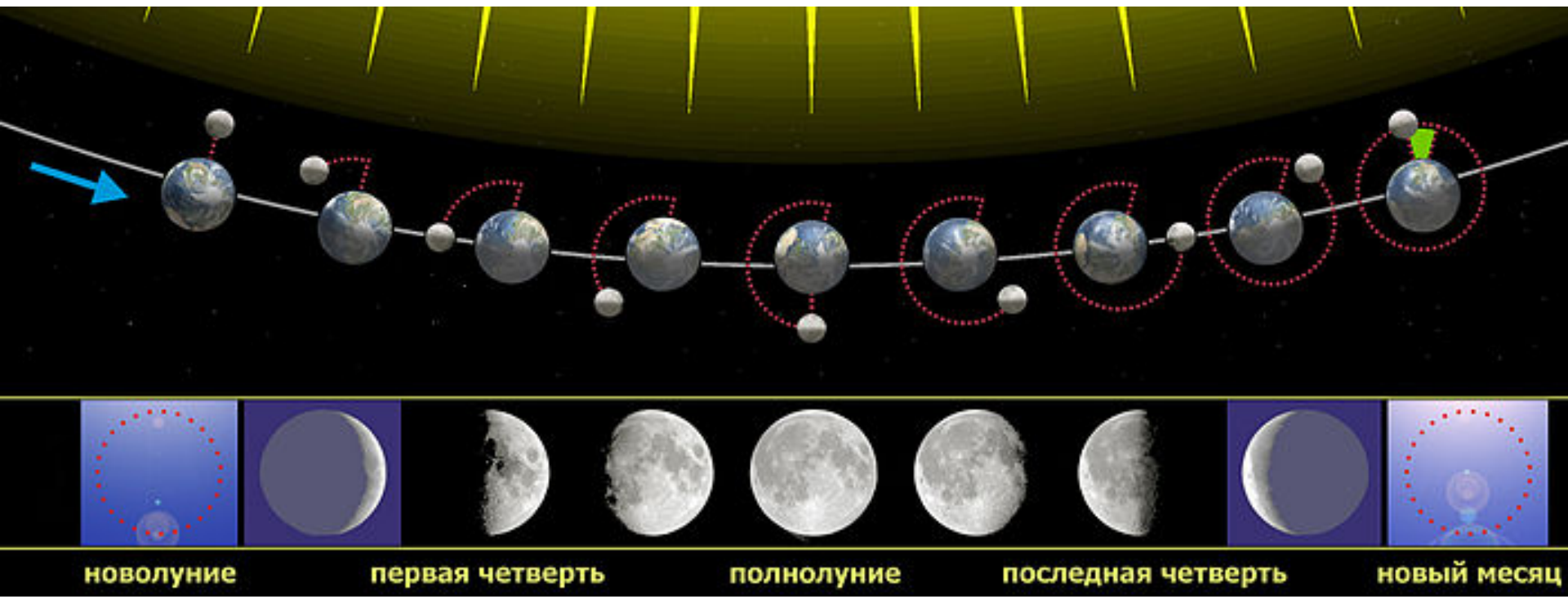
- Луна во время полнолуния оказалась рядом со звездой δ Рака. Как далеко от этой звезды будет Луна во время следующего полнолуния?
- # Задача №13

- **Ответ:** 29° .

- От полнолуния до полнолуния проходит синодический период Луны 29,5 дней. Полнолуние это момент противостояния Луны Солнцу. Но за это время Земля поворачивается по орбите вокруг Солнца.

- Следовательно Земля повернется по своей орбите на:

$$d \approx 29.5 / 365.2427 \cdot 360^\circ \approx 29^\circ$$



Задача №14

- Наблюдатель, летящий в самолёте на высоте 8 км, увидел, что верхний край диска Солнца скрылся за горизонтом. Определите глубину погружения центра солнечного диска под горизонт для наблюдателя на поверхности Земли. Диаметр диска Солнца считать равным $30'$.



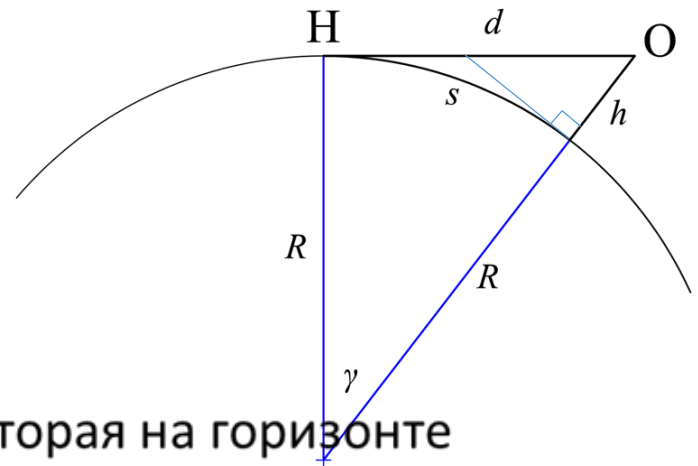
- **Ответ:** $3^{\circ}21'$.

- Понижение горизонта

$$\text{Угол } \gamma = \cos^{-1} \left(\frac{R}{R+h} \right) = \cos^{-1} \left(\frac{6371}{6371+8} \right) = 2.87^{\circ}$$

- Так же необходимо учесть и рефракцию, которая на горизонте составляет 0.5°

- Следовательно полное понижение горизонта составит 3.37° или $3^{\circ}21'$.



Задача №15

• Сколько времени длится восход Солнца на экваторе Луны?

• **Ответ.** 1 час.

- Восход Солнца на Луне, это то смена дня и ночи или солнечные сутки на Луне мы их видим как смену фаз Луны, которая происходит с синодическим периодом 29.5 дней.
- Угловой размер Солнца на Луне, такой же как и на Земле 0.5° .
- Следовательно восход и заход Солнца будет составлять:

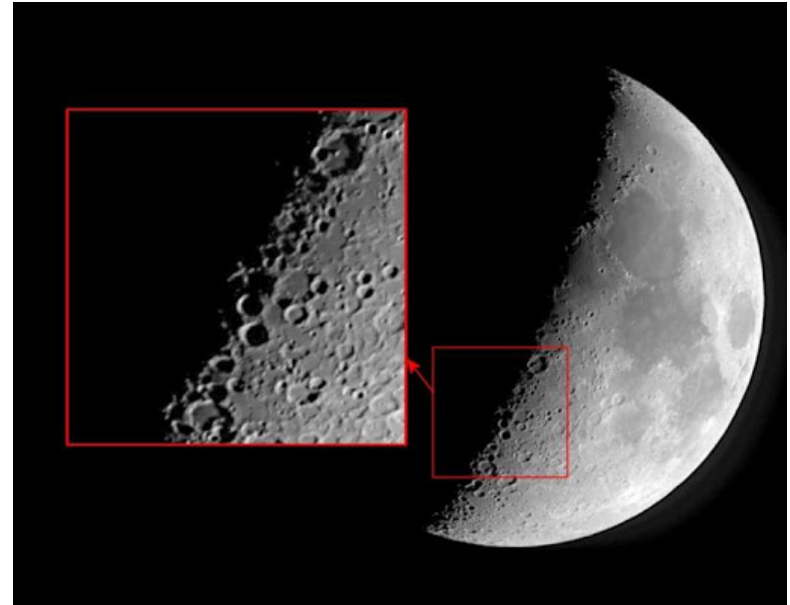
$$d \approx \frac{\alpha_{\text{Солнца}}}{\omega_{\text{Солнечных суток}}} = \frac{0.5^\circ \cdot 29.5 \cdot 24}{360^\circ} \approx 1 \text{ час}$$



- Чему равен поперечный размер лунного терминатора в километрах (считать Луну идеальным шаром)

Задача №16

- **Ответ:** 15 км.



- Поскольку Луна мы считаем идеальным шаром, то ширина терминатора будет связано с тем, что Солнце имеет угловой размер. Поскольку он на Луне как и на Земле составляет 0.5° , то максимальная ширина терминатора составит:

$$d \approx \frac{\alpha_{\text{Солнца}} \cdot L_{\text{Луны}}}{360^\circ} = \frac{0.5^\circ \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_{\text{Луны}}}{360^\circ} = \frac{0.5^\circ \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1740}{360^\circ} \approx 15 \text{ км}$$

- К полюсам Луны ширина терминатора будет уменьшаться пропорционально $\cos \varphi$

Эклиптика



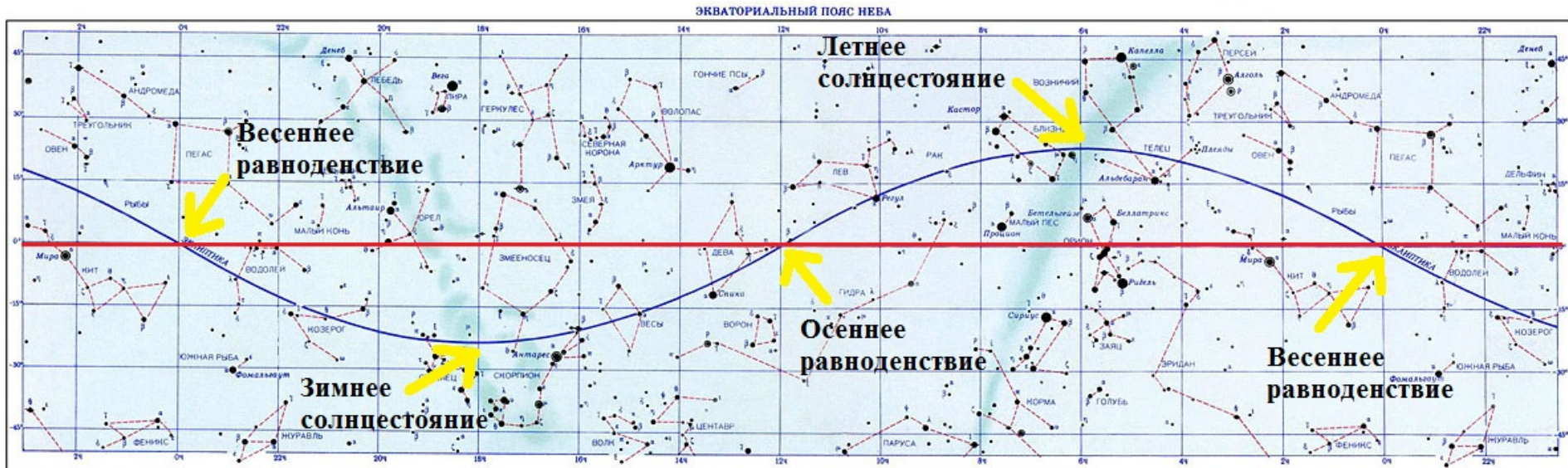
- Грубо можно считать длину созвездий по эклиптике одинаковой по 30°
- Отсчитывать от известных точек солнцестояний и равноденствий
- Уметь считать номер дня в году!

Знаки Зодиака

Созвездие	Точка
Рыба	21.03 Весеннее равноденствие
Телец	22.06 Летнее солнцестояние
Дева	23.09 Осеннее равноденствие
Стрелец	22.12 Зимнее солнцестояние

	Название	Символ	Местонахождение на эклиптике (в град.)	Местонахождение Солнца
1.	Овен	♈	0-30	21.03 – 20.04
2.	Телец	♉	30-60	21.04 – 20.05
3.	Близнецы	♊	60-90	21.05 – 21.06
4.	Рак	♋	90-120	22.06 – 22.07
5.	Лев	♌	120-150	23.07 – 23.08
6.	Дева	♍	150-180	24.08 – 23.09
7.	Весы	♎	180-210	24.09 – 23.10
8.	Скорпион	♏	210-240	24.10 – 22.11
9.	Стрелец	♐	240 - 270	23.11 – 21.12
10.	Козерог	♑	270-300	22.12 – 20.01
11.	Водолей	♒	300-330	21.01 – 20.02
12.	Рыбы	♓	330-360	21.02 – 20.03

Движение светил по эклиптике

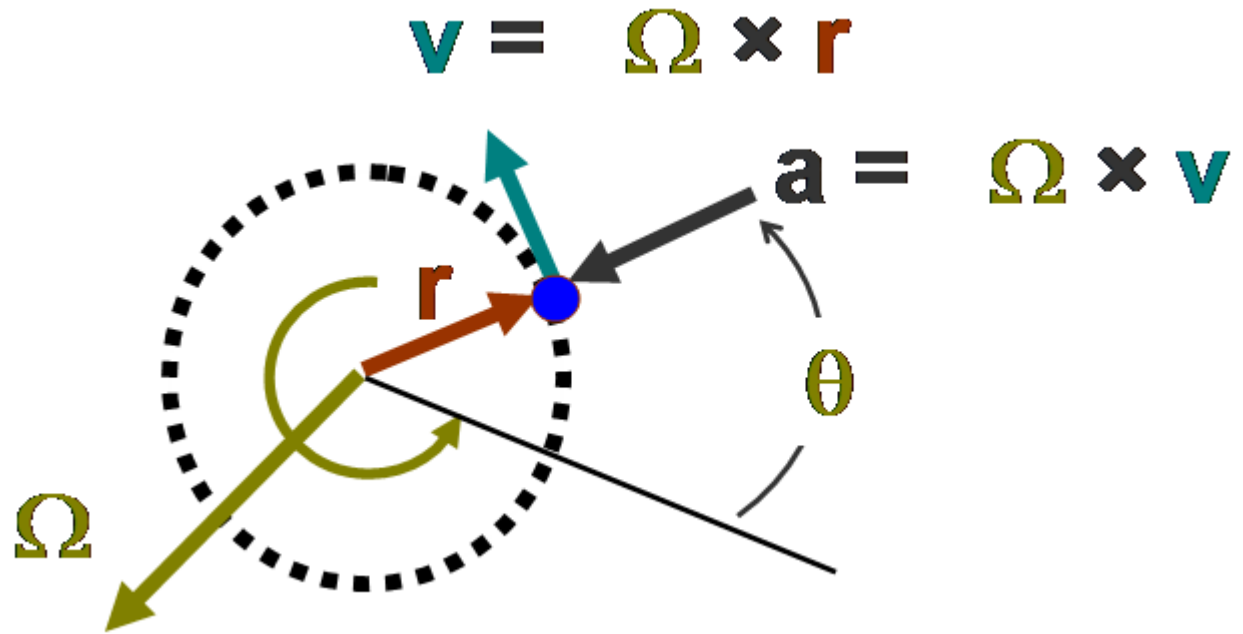


- Солнце движется по эклиптике по направлению на восток.
- Все планеты и Луна движутся на восток с разной скоростью
- По порядку уменьшения скорости Луна, Венера, Меркурий, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун

Зодиакальные созвездия в реальных границах

Название	с	до	Особые точки	Примечание
Рыбы	13.03	18.04	Весеннее равноденствие	Кит – 27.03
Овен	19.04	13.05		
Телец	14.05	20.06	Летнее солнцестояние	Млечный Путь, Плеяды и Гиады
Близнецы	21.06	20.07		Млечный Путь
Рак	21.07	09.08		М44
Лев	10.08	16.09		
Дева	17.09	30.10	Осеннее 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
Козерог	21.01	17.02		
Водолей	18.02	12.03		

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
- $\omega_{\Sigma} = \omega_1 + \omega_2$

- $\frac{360^\circ}{S} = \left| \frac{360^\circ}{T_{\Pi}} - \frac{360^\circ}{T_{\text{Наблюдателя}}} \right|$
- Внешняя планета
- $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{\Pi}}$
- Внутренняя планета
- $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\Pi}} - \frac{1}{T_{\oplus}}$

Задача №17

- Чему равен промежуток времени между верхним и нижним соединением Венеры для наблюдателя на Марсе? Равен ли он промежутку времени между восточной и западной элонгациями? Сидерический период Венеры 225 дней, Марса – 687 дней. Орбиты считать круговыми.



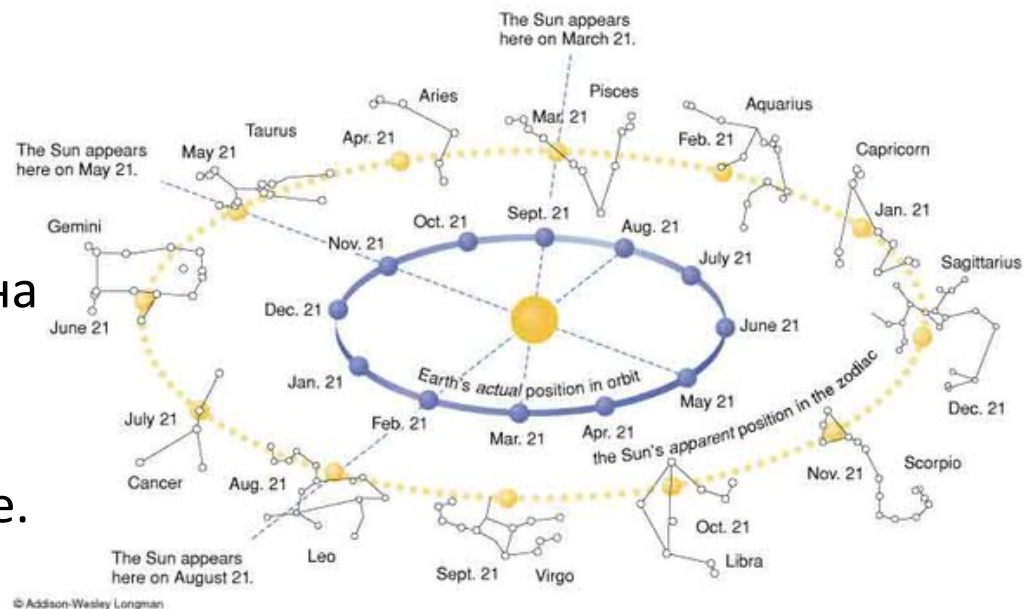
- **Ответ:** 167 суток; не равен.
- Промежуток времени между соединениями – это половина синодического периода Венеры при наблюдении с Марса:
$$\frac{S}{2} \approx \frac{1}{2} \frac{T_{\text{Марса}} \cdot T_{\text{Венеры}}}{T_{\text{Марса}} - T_{\text{Венеры}}} = \frac{1}{2} \frac{687 \cdot 225}{687 - 225} \approx 167 \text{ дней}$$
- В соответствии с рисунком элонгации не находятся на противоположных точках орбиты. Следовательно время между ними через нижнее и верхнее соединения будет проходить различное. И оно не равно времени между соединениями.

- В день летнего солнцестояния Юпитер наблюдается в восточной квадратуре, а Уран в противостоянии. В каких созвездиях они располагаются?

Задача №18

- **Ответ:** Дева, Стрелец.

- Поскольку по условию задачи день Летнего солнцестояния, то Солнце в Созвездии Тельца на границе с Близнецами, а точка ему противостоящая – зимнего Солнцестояния - в Стрельце, следовательно Уран в Стрельце.
- Юпитер же наблюдается в восточной квадратуре, т.е на 90° на восток по эклиптике походу движения Солнца, это четверть окружности, а значит это вблизи точки осеннего равноденствия, т.е. в созвездии Девы.





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 ВсОШ по Астрономии с архивами задач и результатами – <http://www.astroolymp.ru/>
- Сайт Московской Астрономической олимпиады <http://mosastro.olimpiada.ru>
- Сайт Санкт-Петербургской астрономической олимпиады <http://school.astro.spbu.ru/?q=olymp>
- 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/>
- Задачи и Упражнения по Общей Астрономии - <http://www.astronet.ru/db/msg/1175352/node1.html>