Шифр: 10-04

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап
по астрономии
2019/2020
Ленинградская область

Район Приозерский

Школа МОУ СОШ №1

Класс 10

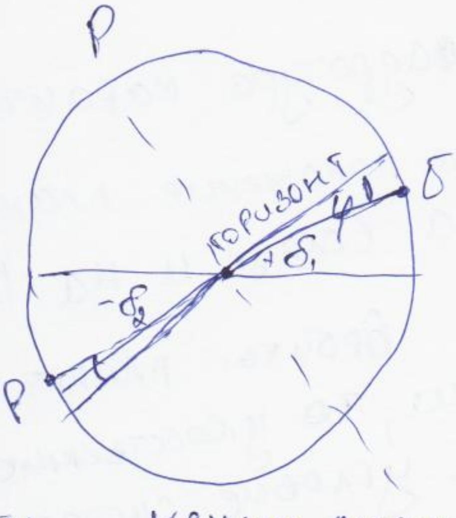
ФИО Макаренко Александр Олегович

10.1 Чистовик 10-04

Пусть φ – искомая широта;

Прямое восхождение звёзд

Сравнимо;



Поскольку звёзды взошли одновременно, и их склонения имеют разный знак, то широта горизонта ~~выше~~ ~~Фи~~ по модулю больше широты Бетельгейзе но ~~ниже~~ меньше модуля широты Ригеля.

Одновременно они пересекут горизонт в том случае, если $|\varphi|-|\delta_1| = |\delta_2|-|\varphi|$, и тогда $2\varphi = \delta_1+\delta_2$, $\varphi = \frac{7^\circ 24' + 8^\circ 12'}{2} = \pm 7^\circ 48'$

Ответ: $\pm 7^\circ 48'$

10.6

~~Светимость с каждой~~

2, $\frac{n^{m+1}}{k^{m}} = 2,512$; каждая звезда с большей на 1 звездной величины означает что она в 2,512 раз менее яркая.

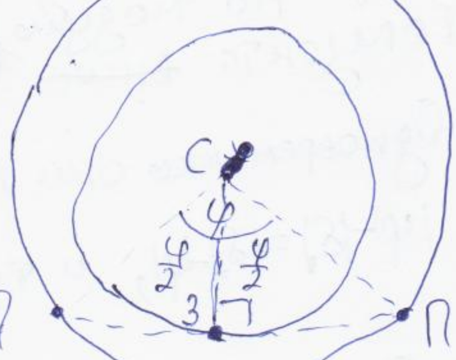
Чистовик

10.2. Квадратура характерна только для внешних планет. Это такое положение планеты, когда угол между направлением на Солнце и на планету с Земли равен 90°.

Поскольку орбиты планет можно считать круговыми, то ~~у.~~ собственные скорости планет и угловые скорости их постоянны.

Пусть угол между квадратурами планеты равен φ, тогда $T_1 = \frac{\varphi}{\Delta\omega}$, $T_2 = \frac{360° - \varphi}{\Delta\omega}$, где

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{360° - \varphi}{\varphi} = \frac{360°}{\varphi} - 1$; $\Delta\omega$ – разность угловых скоростей планет.



Тогда получаем, что $\frac{360°}{\varphi} - 1 = 1,143$; $\frac{360°}{\varphi} = 2,143$; $\varphi = \frac{360°}{2,143} \approx 168°$

Заметим, что угол между ~~Солнцем и~~ направлением на Землю и искомую планету равен $\frac{\varphi}{2} = 84°$.

Пусть радиус большой полуоси планеты равен a_2, а у Земли $a_1 = 1$ а.е, тогда мы можем рассмотреть прямоугольный треугольник, в котором $a_1 = a_2 \cos\frac{\varphi}{2} = 1$ а.е, откуда $a_2 = \frac{1}{\cos\frac{\varphi}{2}} = \frac{1}{\cos 84°}$

~~Заметим, что движутся обе планеты, и угол между двумя положениями планет равен $\varphi_0 + \Delta\omega T_1$, где $\Delta\omega$ – разница между угловыми скоростями Земли и планеты.~~

$a_2 \approx 5$ а.е, что указывает на то, что искомая планета – Юпитер (точное значение cos84° не смог найти, не было калькулятора)

Ответ: Юпитер

Чистовик

10-04

10.3. Поскольку плоскость эклиптики не совпадает с плоскостью орбиты Луны, то полные затмения можно наблюдать не каждый синодический период, а только тогда, когда ~~Солнце~~ эклиптика совпадает с плоскостью орбиты Луны

Если угловой размер Луны станет меньше углового размера Солнца, то Луна не сможет полностью затмить Солнце.

угловой размер Луна $\varphi_1 \approx tg\,\varphi_1 \approx \frac{D_{луны}}{L_{луны}}$, где D - диаметр, а L - расстояние;

Аналогично для Солнца $\varphi_2 \approx tg\,\varphi_2 \approx \frac{D_c}{L_c}$

Причем необходимо взять минимальное расстояние до Луны и максимальное расстояние для Солнца!

Ексцентриситет орбиты Земли равен 0,0167, тогда

Воспользуемся формулой $e = \frac{r_a - r_п}{2a}$, где r_a - расстояние до Солнца в афелии (максимально возможное расстояние между Землей и Солнцем); $r_п$ - расстояние до Земли в перигелии (минимальное расстояние), получаем

$r_a - r_п = 2ae$, где a - большая полуось орбиты Земли.

Заметим, что $r_a + r_п = 2a$, тогда решим систему:

$$\begin{cases} r_a + r_п = 2a \\ r_a - r_п = 2ae \end{cases}; \begin{cases} r_a + r_п = 2a \\ r_a = r_п + 2ae \end{cases} \begin{cases} 2r_п + 2ae = 2a \\ r_a = r_п + 2ae \end{cases}; \begin{cases} r_п = a(1-e) = 0{,}833\text{ а.е.} \\ r_a = 0{,}833 + 2 \cdot 0{,}167 = 1{,}167\text{ а.е.} \end{cases}$$

Тогда минимальный угловой размер Солнца равен $\frac{2 \cdot R_c}{r_a} = \frac{2 \cdot 6{,}955 \cdot 10^5}{1{,}167 \cdot 1{,}496 \cdot 10^8} = 0{,}4567^\circ$

~~Задача 2.~~ Теперь рассмотрим угловой размер Луны.

Воспользуемся III-им законом Кеплера, пренебрегая массой Земли в сравнении с массой Луны:

$\frac{T_1^2}{T_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$, где T_1 и a_1 – сидерический период и большая полуось первой Луны, а T_2 и a_2 – сидерический период и большая полуось второй Луны, уже сдвинутой.

$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$; $T_1 = 27,32$ сут; ~~$T_2 =$~~

Найдем T_2. По условию, тропический год содержит ровно 12 синодических периодов, откуда $T_C = \frac{365,24}{12} \approx 30,44$ сут.

~~Откуда, зная соотношение между сидерическим и синодическим периодом, а так же то, что Земля вращается в сторону, противоположную направлению Луны, найдем сидерический период:~~

~~$\frac{1}{T_C} = \frac{1}{T_2} + \frac{1}{1}$; $\frac{1}{T_C} = \frac{1+T_1}{T_2}$; $T_C = \frac{T_1}{T_1+1}$; $T_1 + T_2 \cdot T_C + T_C - T_2 = 0$;~~

~~$T_2(T_C - 1) = -T_C$; $T_2 = \frac{T_C}{T_C - 1}$~~

Так как Луна вращается в сторону, противоположную вращению Земли, то сидерический период немного меньше синодического, для Луны примерно в 0,925 раз, откуда $T_1 \approx 28,16$ в силу незначительности изменения синодического периода.

Теперь найдем большую полуось второй лунной ~~в~~ орбиты:

$a_2 = \sqrt[3]{\frac{T_1^2}{a_1^3 \cdot T_2^2}}$

10.4 Чистовик 10-04

Разрешающая способность телескопа определяется по формуле $\alpha = \frac{\lambda}{D} = 2''$, где D - диаметр линзы.

Увеличение определяется по формуле $\Gamma = \frac{F}{f}$ или

$\Gamma = \frac{L_1}{L_2}$; по условию $\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{2}$, значит $\Gamma = \frac{F}{f} = \frac{1}{2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$;

$D = \frac{\lambda_0}{2''}$; $\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{2}$; $\Gamma = \frac{n \cdot DI}{D}$; $\Gamma = \frac{2''}{2}$.

Ответ: 2,74 см.

10.5

В конце половины периода обращения склонение Полярной звезды будет равно $90^\circ - 89^\circ{,}15'$, т.к. ось мира будет с другой стороны.

Минимальное угловое расстояние зависит от прямого восхождения, которое будет перпендикулярно оси мира. ~~Причем~~ склонение в .

Тогда минимальное угловое расстояние равно

$h + \delta - 90^\circ \Rightarrow 36^\circ + 89^\circ - 90^\circ = 35^\circ$;

$\frac{35}{90} = 0{,}38$;

$90^\circ - 89^\circ{,}15' + 0{,}38^\circ = 37'$

Ответ: 0.37'

10.3.

Наименьшее расстояние „первой“ Луны до Земли $r_п = 356.410$ км, наибольшее $r_a = 406.700$ км, $e = 0{,}055$,

Тогда $e = \frac{r_a - r_п}{2a}$, $a = \frac{r_a - r_п}{2e}$;

$2a = r_a + r_п$; $a_1 = 381.555$ км.

Тогда $\frac{T_1^2}{a_1^3 \cdot T_2^2} = \frac{1}{a_2^3}$; $a_2 \approx 389.341$ км; $a_2^3 = \sqrt[3]{\frac{a_1^3 T_2^2}{T_1^2}}$,

Найдем такое расстояние, на котором угловой размер Солнца будет равен угловому размеру Луны:

(1) $\frac{D_c}{L_c} = \frac{D_{луны}}{r_п}$: $\frac{2 \cdot 6{,}955 \cdot 10^5}{1{,}167 \cdot 1{,}496 \cdot 10^8} = \frac{3476}{r_п}$; r_1

$r_{п_1} = 436269.73$ ~~при~~

$r_{п_2} = 373838$, км

Тогда $e = \frac{r_a - r_п}{2a}$; $r_a = 2a - r_п$, $e = \frac{2a - 2r_п}{2a} = \frac{a - r_п}{a}$;

Заметим, что если взять среднее расстояние до Солнца, то $e = 1 - 0{,}96 \approx 0{,}04$, если же взять расстояние до Солнца в афелии в формуле (1), то затмение будет наблюдаться всегда.

Ответ: $e \approx 0{,}04$.