

№ 1

Если звезда ~~оказалась~~ находится в зените, то её высота над горизонтом  $90^\circ$ , т.к. ~~высота не может превышать~~  $90^\circ$ , то звезда находится в верхней кульминации, запишем  $h_{в.к.}$  для верхней <sup>и нижней</sup> кульминации звезды в северном ~~и южном~~ полушарии

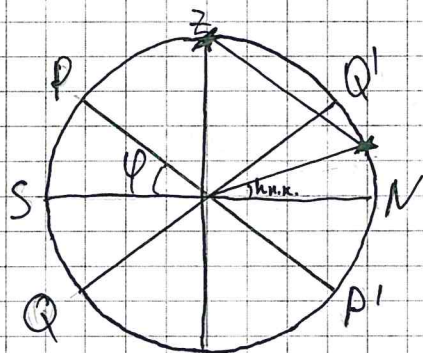
$$h_{в.к.} = 90^\circ - |\varphi - \delta| \text{ (верхней кульм.)}$$

$$h_{н.к.} = |\varphi + \delta| - 90^\circ \text{ (нижней кульм.)}$$

( $\varphi$  - широта места наблюдения звезды,  $\delta$  - склонение звезды)

В тот момент, когда зв. Рукбах оказалась в зените над горизонтом в ~~Петербурге~~ <sup>Петербурге</sup>, она была в верхней кульминации, то есть  $h_{в.к.} = 90^\circ - |\varphi - \delta| = 90^\circ$  для звезды Рукбах в ~~Петербурге~~ <sup>Петербурге</sup>, при этом  $\varphi = 60^\circ$  (широта ~~Петербурга~~ <sup>Петербурга</sup>)  $90^\circ - |60^\circ - \delta| = 90^\circ \Rightarrow |60^\circ - \delta| = 0 \Rightarrow 60^\circ - \delta = 0 \Rightarrow \delta = 60^\circ$  (склон. зв. Рукбах)

Заметим, что через 12 ч после верхней кульминации звезда окажется в нижней кульминации и её высота над горизонтом составит  $h_{н.к.} = |\varphi + \delta| - 90^\circ = |60^\circ + 60^\circ| - 90^\circ = 30^\circ$



Ответ:  $30^\circ$

1	2	3	4	5	итого
85	85	8	85	8	405
100	100	100	100	100	

86



№ 2

- А) комета Галлея  
В) квазар Крест Эйнштейна  
С) Полярная звезда  
D) ~~астероид~~ астероид 2000 WO 107 (открыт был открыт в 2000 году)

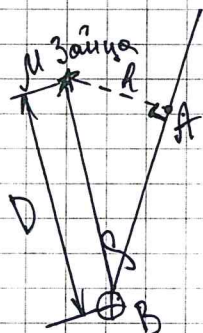
№ 3

Дано:

$$\pi = 0,022$$

$$\rho = 0,93$$

R = ?



Заметим, что источник рентгеновского излучения <sup>может</sup> находится на прямой в любой точке на прямой AB, при этом, если он будет находиться в точке A, то расстояние до него от него до M Зайца будет наименьшим из возможных, т.к. наим. расст. от точки до прямой - это перпендикуляр опущенный на данную прямую из данной точки

$D = \frac{1}{\pi}$  (расст. от ~~зе~~ Земли до M Зайца)

$$\pi = 0,022 \approx 49,5^\circ = 1,388 \text{ рад}$$

$$D = \frac{1}{1,388 \text{ рад}} \approx 0,72 \text{ п.к.} \quad \frac{1}{0,022} = 45,45 \text{ п.к.}$$

$$\frac{R}{D} = \sin \rho \Rightarrow R = D \cdot \sin \rho$$

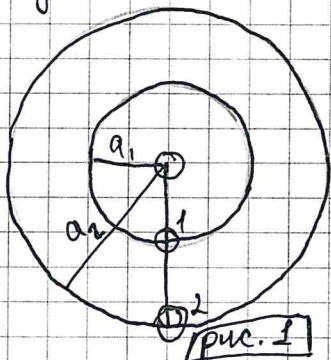
$$\rho = 0,93 \approx (2,58 \cdot 10^{-4})^\circ$$

$$R \approx 45,45 \text{ п.к.} \cdot \sin(2,58 \cdot 10^{-4}) \approx 2,05 \cdot 10^{-4} \text{ п.к.} \approx 42,2 \text{ а.е.}$$

Ответ: 42,2 а.е.



Обозначим планеты <sup>цифрами</sup> 1 и 2. Заметим, что <sup>№ 4 (как на рис. 1)</sup> "Праздник гармонии светил" не может отмечаться на планете под цифрой 2, т.к. <sup>для планеты 2</sup> угол между направлениями на Солнце и на планету 1



никогда не станет равным  $180^\circ \Rightarrow$  направление на Солнце никогда не становится противоположным направлению на планету 1. Значит "Праздник гармонии светил" отмечают на планете 1, причём делают это, когда планета 2 находится в относительно планеты 1 <sup>и Солнца</sup> так, как на рис. 1.

~~Такое расположение планет будет повторяться через синодический период  $S = \frac{1}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}}$  где  $T_1$  и  $T_2$  - планетные периоды обращения вокруг Солнца планет 1 и 2.~~

~~соотв.  $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$  закон Кеплера для обеих планет:~~

~~$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{4\pi^2}{GM_0}$  и  $\frac{T_2^2}{a_2^3} = \frac{4\pi^2}{GM_0}$  где  $M_0$  - масса Солнца.~~

~~т.к. большая полуось орбиты планеты 1, такая же как и у Земли, а центр масс - это звезда типа Солнце, то период обращения планеты 1 вокруг Солнца будет равен земному периоду обращения, то есть 1 год. Для второй планеты будет верно~~

~~след. рав-во  $\frac{T_2^2}{a_2^3} = \frac{4\pi^2}{GM_0} = 1$ , если  $T_2$  в годах,  $a_2$  в а.е.~~



(продолжение №4)

~~III Закон Кеплера для Сол~~

Для планеты 2 применим закон Кеплера для Солнечной системы, он будет верен в планетной системе "Nonordina", т.к. масса и центр масс этой системы — это звезда типа Солнца (с примерно той же массой, примерно равной массе Солнца)

$$T_1^2 = a_1^3 \Rightarrow T_2 = \sqrt{a_2^3} = \sqrt{3^3} = 5,2 \text{ года}$$

$$\frac{1}{T_1^2} = \frac{1}{T_2^2} \Rightarrow \frac{1}{T_1} = \frac{1}{T_2} \Rightarrow \frac{T_2 - T_1}{T_1 \cdot T_2} = \frac{5,2 - 1}{5,2 \cdot 1} = 0,8077$$

~~295 сут.~~  
Ответ: 295 сут.

$$\omega_1 = \frac{360^\circ}{T_1} = \frac{360^\circ}{1 \text{ г}} = \frac{360^\circ}{365 \text{ д}} = 0,986 \text{ }^\circ/\text{д} \text{ (угловая скорость планеты 1)}$$

$$\omega_2 = \frac{360^\circ}{T_2} = \frac{360^\circ}{5,2 \text{ г}} = \frac{360^\circ}{5,2 \cdot 365 \text{ д}} = 0,1897 \text{ }^\circ/\text{д} \text{ (угловая скорость планеты 2)}$$

Перейдем в систему отсчета связанную с планетой 2, тогда угловая скорость планеты 1 в этой системе отсчета  $\omega_1' = \omega_1 - \omega_2 =$

$$= 0,986 \text{ }^\circ/\text{д} - 0,1897 \text{ }^\circ/\text{д} = 0,7963 \text{ }^\circ/\text{д}, \text{ тогда}$$

расположение планет изображенное на рис. 1

будет повторится, когда первая планета пройдёт

в со связ. с планетой 2 угол  $360^\circ$  со скоростью

$$\omega_1' \text{ (это время обозначим } \tau) \quad \tau = \frac{360^\circ}{\omega_1'} = \frac{360^\circ}{0,7963 \text{ }^\circ/\text{д}} = 452 \text{ д}$$

Ответ: ~~каждая~~ 452 сут.



№5

Давайте заметим, что с момента, когда  
3 авг. 14:10, когда звезда достигла максимума  
своего блеска, до 4 авг. 21:15, когда звезда  
достигла минимума своего блеска прошло:

$$24ч - 14ч 10мин + 21ч 15мин = 31ч 5мин = 1865мин.$$

$$\text{с 4 авг 21:15 до 9 авг 1:35: } 24ч - 21ч 15мин + \\ + 4 \cdot 24ч + 1ч 35мин = 100ч 20мин = 6020мин, - \text{ время}$$

за которое звезда от минимума блеска 4 авг. 21:15  
достигла минимума блеска 9 авг. 1:35. Значит,  
если от минимума блеска отсчитать период  
6020 минут, то звезда снова будет иметь мини-  
мальный блеск  $\Rightarrow$  через 6020мин после 9 авг  
1:35 звезда ~~снова~~ будет иметь минимальный  
блеск 9 авг 1ч 35мин + 6020мин = 13 авг 5ч 55мин  
через 6020 минут после 13 авг 5:55 (минимальный блеск)  
звезда снова имеет минимальный блеск

$$13 \text{ авг } 5ч 55мин + 6020мин = 17 \text{ авг } 10ч 15мин.$$

За 1865 мин до минимального блеска звезда  
имеет максимальный блеск (т.к. с 3 авг 14:10  
(макс. блеск) до 4 авг. 21:15 (мин. блеск) прошло  
1865 мин). За 1865 мин до 17 авг 10ч 15мин  
(миним. блеск) звезда имела максимальный блеск  
17 авг 10ч 15мин - 1865мин = 16 авг 3ч 10мин.

Получаем, что 16 авг 2020 года в 3:10 звезда  
имела максимальный блеск.

Ответ: максимальный блеск; 3:10.

85



№2

A) Гамактиха, Большое Математическое Обширо  
(названа в честь Фернана Математика) ✓

B).

C).

D).

1	2	3	4	5	итого
8	0	8	85	6	308
<del>8</del>	<del>0</del>	<del>8</del>	<del>85</del>	<del>6</del>	

№1

Дано:

$$cp = 60^\circ$$

$$hb = 90^\circ$$

$$h_n = ?$$

Решение:

$$hb = 90^\circ - 60^\circ + \overline{D}$$

$$\overline{D} = 60^\circ$$

$$h_n = cp + \overline{D} - 90^\circ$$

$$h_n = 60^\circ + 60^\circ - 90^\circ$$

$$h_n = 30^\circ$$

Ответ:  $h_n = 30^\circ$  85.

№3

Дано:

$$p = 0,022''$$

$$a = 0,93''$$

$$D = ?$$

Решение:

$$D = \frac{a}{p}$$

$$D = \frac{0,93''}{0,022''} = 42,3 \text{ а. е.}$$

Ответ:  $D = 42,3 \text{ а. е.}$  +

№5

3 августа 2020 г в 14:10 - максималь-  
ной блеск

4 августа в 21:15 - максимальной блеск

9 августа в 1:35 - минимальной D +



Элиск  $\Rightarrow$

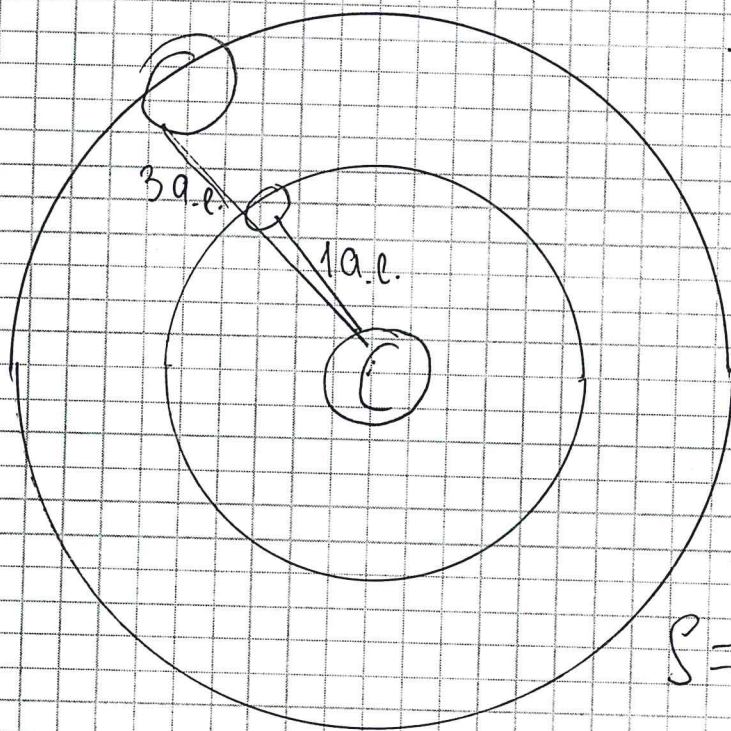
период равен  $T = 4 \text{ сут} + 3 \text{ ч} + 20 \text{ мин}$ ,  
позтому 3 августа 2020 г в 14:10 +  
был максимальный Элиск

7 августа в 17:30 - максимальный Элиск

11 августа 20:50 - максимальный Элиск

16 августа в 00:10 - максимальный Элиск  
Ответ: 16.08. в 00:10 - максимальный Элиск

№4



$$\frac{T^2}{T_0^2} = \frac{a_0^3}{a^3} \quad 25$$

$$T = T_0 \sqrt{\frac{a}{a_0^3}}$$

$$1\pi = \sqrt{\left(\frac{3}{1}\right)^3} =$$

$$= 1\pi \sqrt{27} = 5,2 \text{ (с)} \quad 25$$

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \quad 25$$

$$S = \frac{T_0 \cdot T}{T - T_0} = \frac{1 \cdot 5,2}{4,2} =$$

$$= 1,24 \text{ г}$$

$$S = 1,24 \cdot 365 = 453 \text{ (сут)}$$

Ответ: 453 сут

25 Ответ: 453 сут



Задача 2.

1	2	3	4	5	итого
8	6	5	80	2	295

А) Планета "James" - она была обнаружена и первым обнару-  
жили, что она имеет период  $T = 76$  yr. 25

Б) Астероид (карликовая планета) "Церера" названа  
первооткрывателем в честь боини плодородия. 25

В) Полярная звезда - в направлении полюса мира. 25.

Г) Без понятия :)

Задача 3.

Дано:

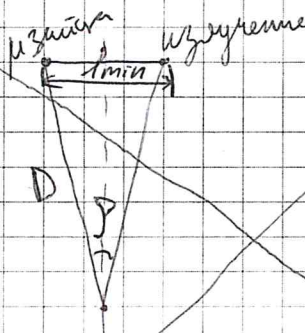
$$\pi = 0''.022$$

$$p = 0''.93$$

Найти:

$$l_{\min} = ?$$

Решение:



$$D = \frac{1}{\pi}$$

$$\pi = 0''.022$$

$$D = \frac{1}{0''.022} \cdot 206265'' =$$

$$= 9375681 \text{ a.e.}$$

$$\sin\left(\frac{p}{2}\right) = \frac{l_{\min}}{2D}$$

$$l_{\min} = \sin\left(\frac{p}{2}\right) \cdot 2D = 84,5 \text{ a.e.}$$

$$p = 0''.93 = 0,0155' = (2,583 \cdot 10^{-4})^\circ$$

$$\text{Ответ: } l_{\min} = 84,5 \text{ a.e. или } 1,268 \cdot 10^{10} \text{ км.}$$

Задача 4.

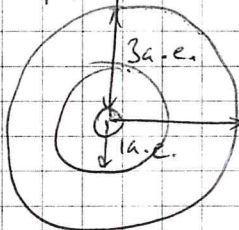
Дано:

$$a_1 = 1 \text{ a.e.}$$

$$a_2 = 3 \text{ a.e.}$$

$$S = ?$$

Решение:



$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2}{GM} \cdot a^3} \quad S = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$$



Продолжение задачи 4.

Лист 2

Так как звезда у нас как "типа Солнца" верно следующее равенство  $T^2 = a^3 \rightarrow T = \sqrt{a^3}$ , где  $T$  в годах,  $a$  в а.е.

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \quad (\text{если глянуть в одну сторону})$$

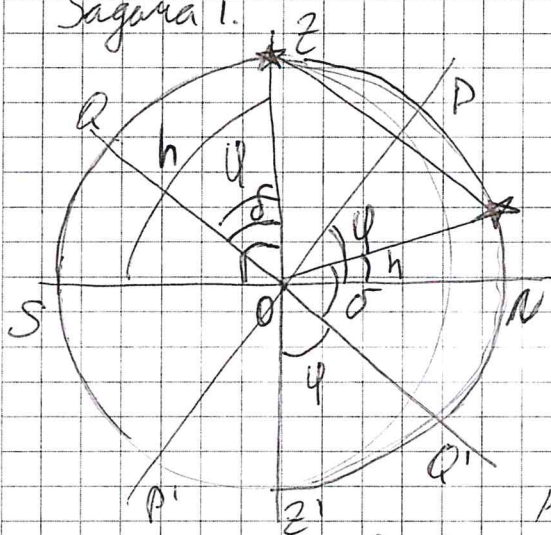
$$S = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \Rightarrow S = \frac{\sqrt{a_1^3} \cdot \sqrt{a_2^3}}{\sqrt{a_2^3} - \sqrt{a_1^3}} = \frac{\sqrt{(1a.e.)^3} \cdot \sqrt{(3a.e.)^3}}{\sqrt{(3a.e.)^3} - \sqrt{(1a.e.)^3}} =$$

$$= \frac{1 \cdot 5,196}{5,196 - 1} = 1,238 \text{ yr}$$

$$S = 1,238 \text{ yr} = (1,238 \cdot 365,25)^d = 452,3^d$$

Ответ: 452,3 суток

Задача 1.



Нахождение Губалха в земные означает, что его высота над горизонтом (н.к.) равна  $90^\circ$  и он в верхней кульминации. Тогда очевидно, что через 12 часов он будет в нижней кульминации. Обозначим  $\phi$ ,  $\delta$  и  $h$  в обоих случаях.

Из 1-го случая (левой части рисунка):  $\delta = \phi = 60^\circ$ .

Из 2-го случая (правой части рисунка):  $\phi + \delta - h_{\text{н.к.}} = 90^\circ$

$$h_{\text{н.к.}} = \phi + \delta - 90^\circ = 60^\circ + 60^\circ - 90^\circ = 30^\circ$$

Ответ:  $h_{\text{н.к.}} = 30^\circ$



### Задача 3.

Лист 3

Дано:

$$\pi = 0'' 022$$

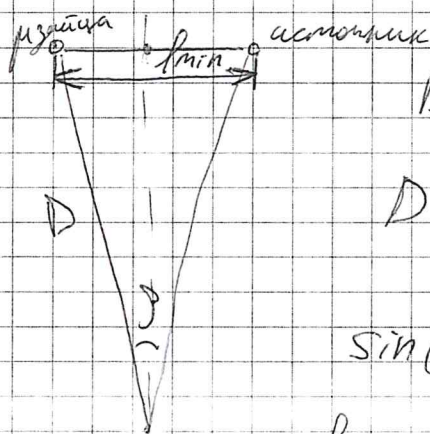
$$\rho = 0'' 93$$

Найти:

$$\lambda_{\min} = ?$$

Решение:

Предположим, что излучение выходит зарегистрировано в непосредственной близости от источника излучения.



$$D = \frac{\lambda}{\pi}$$

$$D = \frac{\lambda}{0.022} \text{ нм} = 45,45 \text{ нм}$$

$$\sin\left(\frac{\rho}{2}\right) = \frac{\lambda_{\min}}{2D}$$

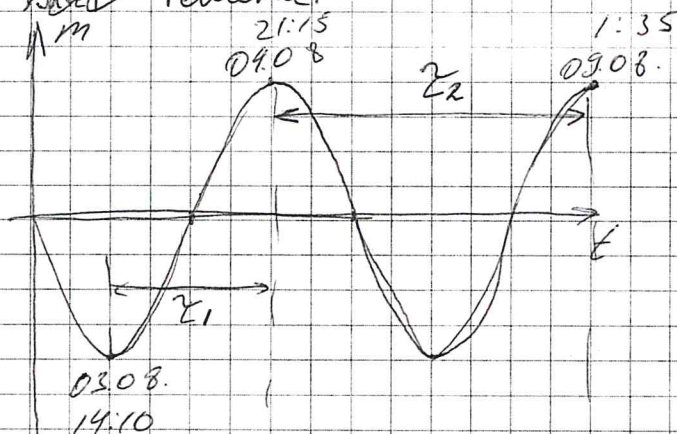
$$\lambda_{\min} = \sin\left(\frac{\rho}{2}\right) \cdot 2D = 3,0739 \text{ нм}$$

$$\frac{\rho}{2} = \frac{0,93 \cdot 15}{3600 \cdot 2} = (1,9375 \cdot 10^{-3})^\circ$$

Ответ:  $\lambda_{\min} = 3,0739 \text{ нм}$ .

### Задача 5.

Решение:



$$\tau_1 = (21^h 15^m) + (24^h 14^h 10^m) = 32^h 05^m$$

$$\tau_2 = (24^h - 21^h 15^m) + 24^h 4^m + 1^h 35^m = 9^h + 4^h 20^m = 100^h 20^m$$

T-период (от максимума до минимума блеска)

$$\tau_1 = n_1 T \quad \tau_2 = n_2 T + \frac{T}{2}$$



Продолжение задачи 5.

Лист 4

$$n_1 T = 32^h 05^m = 1925^m$$

$$n_2 T + \frac{T}{2} = 100^h 20^m = 6020^m$$

~~$$T n_1 = 1925^m$$~~

~~$$T(n_2 + 0,5) = 6020^m$$~~

~~$$\frac{n_2 + 0,5}{n_1} = \frac{6020}{1925}$$~~

~~$$n_1 \cdot 6020 = n_2 \cdot 1925 + 962,5$$~~

~~При решении получили  $n_1 = 3, n_2 = 12$~~

$n_1, n_2$  — целые числа, т.к. достигался максимум.  $n_1$  — нечетное число, т.к. от макс до мин, а  $n_2$  — четное.

$$T n_1 = 1925^m$$

$$T n_2 = 6020^m$$

$$t_3 \in [166^h 15^m; 190^h 15^m]$$

$t_3$  — от 09.08 до 16.08.

$$6020 n_1 = 1925 n_2$$

$$n_1 = \frac{1925}{6020} n_2$$

$$n_1 = \frac{55}{172} n_2$$

$$n_2 = 172$$

н

$$n_1 = 55$$

$$n_1 T = 1925^m$$

$$T = \frac{1925^m}{55} = 35^m$$

~~Остаток подобрать корни  
(Спасибо авторам за всё мое  
времяпровождение)~~

С таким периодом звезда была в максимуме  
и в минимуме 16 августа много раз.



N5							
		1	2	3	4	5	итого
3.09	14:10	разница	время	за этих	дней	2	266
4.09	21:15	1 г. 62	и 5 минут	12	120	период	

ежедневно за которой звезда перемещается из своего минимума в максимум светимости. Если этот период добавлять к известному минимуму звезды в 1:35, то можно узнать во сколько звезда находилась и с какой светимостью 16 августа. Упростив вычисления:

$$9.09 \ 1:35 + 5 \cdot (1 \text{ г } 62 \ 5 \text{ м}) = 16.09 \ 14:05$$

Ответ: 16.09 в 14:05 звезда находилась в своем минимуме, (т.к. число прибавления нечетное)

N2

A) кометы

B) спутники планет

C) Звезды

D) Метеориты.

N1.

Угол  $\delta$  звезды Рукбах  $\approx 60^\circ$ , а широта Петербурга  $\approx 60^\circ \Rightarrow \delta \approx \varphi$

Дано:

$$\delta = 60^\circ$$

$$\varphi = 60^\circ$$

$h_1 = ?$

Решения:

чтобы оценить время ее ~~под~~ <sup>над</sup> ~~попадания~~ <sup>высоту</sup> в зенит, найдем сначала ~~высоту~~ <sup>высоту</sup> ее верхней кульминации:

$$\text{т.к. } \delta \geq \varphi, \text{ то } h_1 = 90 - \delta + \varphi = 90 - 60 + 60 = 90^\circ$$

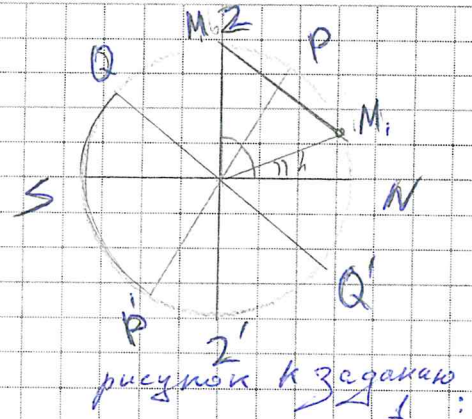
Если  $h_1 = 90^\circ$ , то в момент верхней кульминации светило ~~и~~ <sup>находилось</sup> в зените, как оказалось. Ровно ~~чрез~~ <sup>через</sup> 12 часов Рукбах ~~опяжется~~ <sup>опяжется</sup> на высоте своей нижней кульминации:

$$h_2 = \delta - (90 - \varphi) = \delta + \varphi - 90$$



$$h \approx 60^\circ + 60^\circ - 90^\circ \approx 30^\circ = h_1$$

Ответ:  $30^\circ$  над горизонтом.  
85



Дано:  $a_1 = 1 \text{ а.е.}$   
 $a_2 = 3 \text{ а.е.}$   
 $S = ? (\text{сутки})$

Решение: По 3 закону Кеплера; а также из орбитальной синодической периодов:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad ; \quad 25$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \quad ; \quad 25$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3} = \sqrt{\frac{1}{27}} \approx \frac{1}{5,2} \quad (1) \quad 25$$

$$S = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \quad (2)$$

из (1) следует, что  $T_2 = 5,2 T_1$

$$S = \frac{5,2 T_1^2}{4,2 T_1} = \frac{5,2 T_1}{4,2} \approx 1,24 T_1$$

П.к. система (планета) подобна Солнечной, то, предположим, что планета земного типа, ~~близкая~~ делает 1 оборот за 365 дней. (сутки).  
тогда:  $S = 1,24 \cdot 365 \text{ дн} \approx 452 \text{ суток.}$  25

85



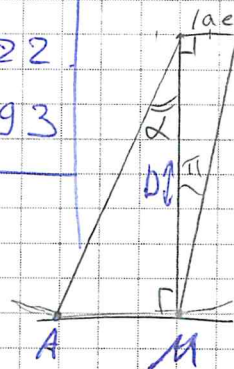
Дано:

$$\pi = 0''.022$$

$$\alpha = 0''.93$$

$S_{\min} = ?$

Решение:



Пренебрежем искривлением дуги от зр. очень маленьких ее размеров и будем считать расстояние как прямую линию перпендикулярную лучу зрения на звезду.

$$AM = D \cdot \tan \alpha$$

$$\alpha = 0''.93 = \frac{93}{24610''} \cdot \frac{1}{360000}$$

~~$$AM = \frac{1}{\pi} \cdot \tan 0.00004$$~~

~~$$AM = \frac{0.00000075}{0.00000075}$$~~

$$AM = \frac{1}{0.022} \cdot \tan 0.00025$$

$$AM = 45455 \cdot 0.0000044 \approx 0.0002 \text{ пк.}$$

$$1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.}$$

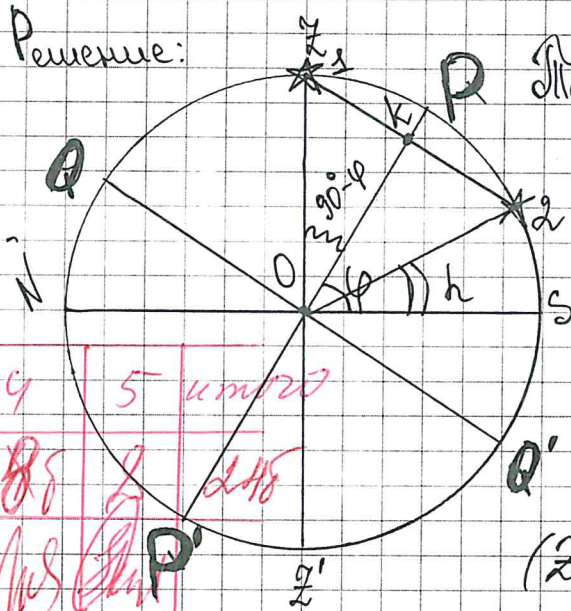
$$0.0002 \text{ пк} = 41.253 \text{ а.е.} \Rightarrow$$

Ответ: 41.253 а.е.



№1 Дано:  
 $t = 12^h$   
 $h = ?$

Решение:



Поскольку описанная ситуация происходит в Петербурге,  $\varphi \approx 60^\circ$ .  
 $PP' \perp QQ'$   
Звезда сначала находится в зените ( $Z$ ) и обозначена " $\star 1$ ", а затем движется к точке " $\star 2$ ", где  ~~$\star 1$  и  $\star 2$~~

$$\star 1 \star 2 \parallel QQ' \Rightarrow PP' \perp \star 1 \star 2$$

Весь свой путь звезда Рукбах проходит за  $24^h$  (от  $\star 1$  к  $\star 2$  и назад), значит за  $t = 12^h$  она пройдет только  $\frac{24^h}{2} = 12^h$  (половину) своего суточного пути, то есть окажется в точке  $\star 2$ . Тогда необходимо найти обозначенный на рисунке угол  $h$ . Заметим, что из симметрии относительно оси  $PP'$

$$\triangle \star 1 OK = \triangle \star 2 OK \Rightarrow \angle \star 1 OK = \angle \star 2 OK = 90^\circ - \varphi$$

$$\text{Тогда } \angle POS = \varphi = 90^\circ - \varphi + h$$

$$h = \varphi + \varphi - 90 = 2\varphi - 90^\circ$$

$$h = 2 \cdot 60^\circ - 90^\circ = 120^\circ - 90^\circ = 30^\circ$$

Ответ:  $30^\circ$  86.

№3

Дано:  
 $\pi = (0,22)''$



13

Дано:

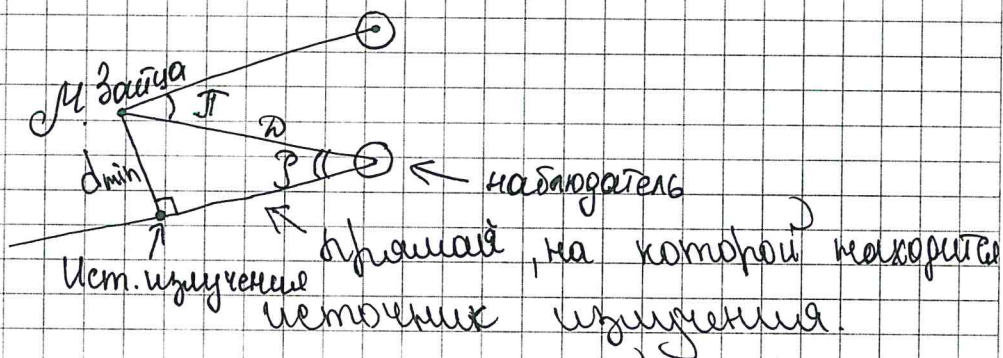
$$\pi = (0,022)''$$

$$\rho = (0,93)''$$

$$d_{\min} = ?$$

Решение:

Изобразим систему из Солнца, Земли ~~и Луны~~ (или другой планеты / точки, где находится наблюдатель) и  $\mu$  зайца



Сразу отметим, что кратчайшее расстояние от точки до прямой - перпендикуляр, опущенный из этой точки на прямую. Отсюда обозначенное на рисунке  $d_{\min}$ .

$$\rho = \frac{1}{\pi(\text{рад.})} = \frac{1 \cdot 3600 \cdot 57,3}{\pi} \leftarrow \text{перевод в радианы}$$

$$\rho = \left( \frac{1 \cdot 3600 \cdot 57,3}{0,022} \right) \text{ пк} = 9\,376\,364 \text{ пк}$$

~~В треугольнике~~

В треугольнике Наблюдатель -  $\mu$  зайца - Источн. изл.

$$\sin \rho = \frac{d_{\min}}{\rho}$$

$$d_{\min} = \rho \cdot \sin \rho \quad d_{\min} = 9376364 \text{ пк} \cdot \sin(2,6 \cdot 10^{-4})$$

$$\left( \rho = 0,93'' = \left( \frac{0,93}{3600} \right)^\circ = 2,6 \cdot 10^{-4} \right)$$

$$d_{\min} = 2422 \text{ пк}$$

Ответ: 2422 пк ?



№2 А.

В. Планеты; например, Венера в честь богини Венера и Марс в честь бога войны Марса

С. <sup>некоторые</sup> Созвездия; например, Северный и Южный треугольник

Ф. Астероиды (в название входит время)

№4.

Дано:

$$a_1 = 1 \text{ а.е.}$$

$$a_2 = 3 \text{ а.е.}$$

$$\tau = ? \text{ (д)}$$

Решение:

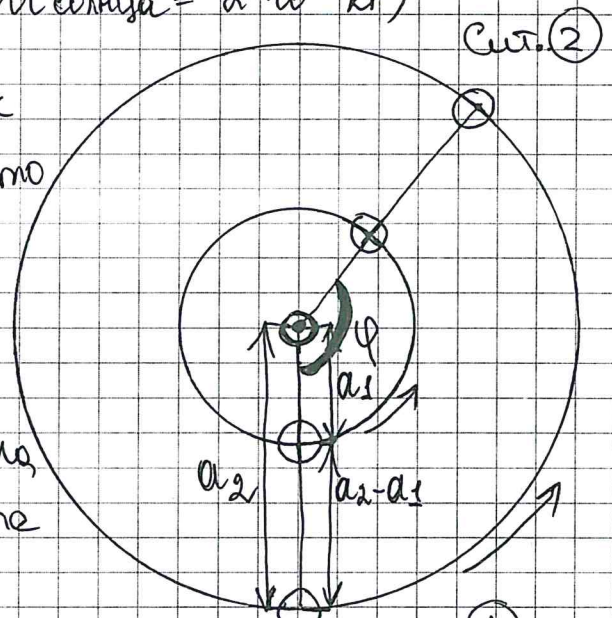
Обозначим звезду типа Солнца как

$\odot$ , а планету земного типа как

$$\oplus. (M_0 = M_{\text{солнца}} = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг})$$

Описанный "Праздник капризные светила" это противостояние такой планеты (земного типа) и звезды типа Солнца

Заметим, что тогда в ~~время~~ <sup>ситуация</sup> праздника планеты и звезда на одной прямой, а значит, то: ~~если~~ Если  $\omega_1$  - угловая внутр. п.и.;  $\omega_2$  - угловая п.и. внешней п.и., то  $\omega_1 \tau = 360^\circ m + \varphi$   $m, n \in \mathbb{Z}$   
 $\omega_2 \tau = 360^\circ n + \varphi$  ( $\varphi$  обозначен на рисунке.)





24

где  $m$  и  $n$  - кол-во полных кругов, которые прошли  
внутр. и внешняя пл. соответственно. ( $m$  и  $n$  - целые  
неотриц.)

Пусть  $m - n = k, k \in \mathbb{Z}$

$$\text{Тогда } \omega_1 T - \omega_2 T = 360^\circ (m - n) = 360^\circ k$$

$$T = \frac{360^\circ k}{\omega_1 - \omega_2}$$

Найдём  $\omega_1$  и  $\omega_2$ :

в общем виде  $\omega = \frac{360^\circ}{T}$  ( $T$  - период).

$$T = \frac{2\pi a}{v} = \frac{2\pi a}{\sqrt{\frac{GM}{a}}}$$

( $a$  - радиус орбиты;  
 $M$  - масса звезды;

$$\omega = \frac{360^\circ}{2\pi a} \cdot \sqrt{\frac{GM}{a}} = G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$$

Тогда  $\omega = \frac{180^\circ}{\pi a} \cdot \sqrt{\frac{GM}{a}}$

$$\omega_1 = \frac{180^\circ}{\pi a_1} \cdot \sqrt{\frac{GM_\odot}{a_1}}$$

$$\omega_1 = \frac{180^\circ}{3,14159265 \cdot 150 \cdot 10^9 \text{ м}} \cdot \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{150 \cdot 10^9 \text{ м}}}$$

$$\omega_1 = 1,14 \cdot 10^{-5} \% / \text{с}$$

$$\omega_2 = \frac{180^\circ}{\pi a_2} \cdot \sqrt{\frac{GM_\odot}{a_2}}$$

$$\omega_2 = \frac{180^\circ}{3,14159265 \cdot 3 \cdot 150 \cdot 10^9 \text{ м}} \cdot \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{3 \cdot 150 \cdot 10^9 \text{ м}}}$$

$$\omega_2 = 2,19 \cdot 10^{-6} \% / \text{с}$$

$$T = \frac{360^\circ}{\omega_1 - \omega_2} \cdot k = \frac{360^\circ \cdot k}{1,14 \cdot 10^{-5} \% / \text{с} - 2,19 \cdot 10^{-6} \% / \text{с}} \approx$$

$$\approx 39 \cdot 10^6 \cdot k = 452,4^\circ \cdot k$$



(14)

$$\tau = 452,4^d \cdot k$$

Это означает, что праздник будет повторяться через каждые  $\approx 452^d$

Ответ:  $\approx 452$  суток. ( $452,4$  сут., если округлять до десятых)

(15)

$E_{\max}$  3.08 14:10, где E-блеск.

$E_{\min}$  4.08 21:15

$E_{\max}$  - ? - ? - ? - ?

$E_{\min}$  9.08 1:35

$E(?)$  16.08 (?)

$$t_{\min} = 2^h + 45^m + 4 \cdot 24^h + 1^h + 35^m = 6020^m = 4 \frac{13}{72}^d$$

↑ индекс "min" означает, что для  $E_{\min}$ .

При этом  $t_{\min} = t_{\max}$ .

Заметим, что после 3-х таких периодов (считая от 3.08) будет  $E_{\max}$  и (это произойдет спустя  $3t_{\max} = 3 \cdot 6020^m =$

$$= \left( \frac{3 \cdot 6020}{60} \right)^h = 301^h) \text{ пройдет 12 целых суток}$$

$$\left( \left\lfloor \frac{301}{24} \right\rfloor = 12^d \right) \text{ и } 13 \text{ часов. } ((301 - 24 \cdot 12)^h)$$

$$3.08 \xrightarrow{+12^d} 15.08 \xrightarrow{+13^h} 16.08$$

(14:10)

(14:10)

(3:10)

$$(14^h + 10^m + 13^h = 27^h + 10^m, \text{ но}$$

$$\text{прошли сутки} \Rightarrow 27^h + 10^m -$$

$$\text{Значит, 16 августа будет } (-24^h = 3^h + 10^m)$$

максимальный блеск и это произойдет

в 3:10



⑤ Также мы можем заполнить пропуски в  
данных:

$$\begin{array}{ccc} 3.08 & \xrightarrow{+6020^m} & 7.08 \\ (14:10) & & (18:30) \end{array}$$

$$(6020^m = 100^h + 20^m = 4^d + 4^h + 20^m)$$

$$(14^h + 10^m \rightarrow (14+4)^h + (10+20)^m = 18^h + 30^m)$$

Ответ: в maximum блеска;  
16 августа в 3:10