

Равенство высот вертикального предмета и его тени на горизонтальной поверхности означает, что  $h_{\text{солн}} = 45^\circ$ . Т.к. картинка изображена в перевернутом виде, высота солнца в это время равна:

$$h = 50^\circ - \varphi + \delta, \text{ если } \varphi > \delta$$

$$h = 50^\circ - \delta + \varphi, \text{ если } \varphi < \delta$$

Данное соотношение можно написать как:  $h = 50^\circ - |\varphi - \delta|$

В летнее солнцестояние склонение солнца положительно и равно (нужно) наклону экватора к эклиптике ( $23,4^\circ$ ). И тогда получаем лето:

$$\varphi = \varepsilon \pm (90^\circ - h)$$

Это картинка могла наблюдаться в широтах

$$\underline{-21,6^\circ \text{ и } +68,4^\circ}$$

68

Пусть  $A$  - афелий планеты астероида,  $P$  - её перигелий, который равен радиусу земной орбиты. Эксцентриситет орбиты определяется как:

$$\text{афелий равен } e = \frac{A-P}{A+P} \quad A = P \frac{1+e}{1-e}$$

а поскольку большая полуось есть  $L = \frac{A+P}{2}$

$$\text{получаем } L = \frac{A+P}{2}$$

из третьего закона Кеплера:

$$T_a = T_e \left( \frac{L}{P} \right)^{\frac{3}{2}} = T_e (1-e)^{\frac{3}{2}} = 2^{\frac{3}{2}} \text{ года} = \underline{2,83 \text{ года}}$$

48

Запишем выражение для синодического периода в общем виде:

$$S = \frac{T \cdot T_0}{|T - T_0|}$$

$T$  и  $T_0$  - орб. периоды Земли. По условию:

$$\frac{S}{T_0} = \frac{T}{|T - T_0|} = \frac{T_0}{T}$$

Отсюда получаем:

$$T^2 - TT_0 + T_0^2 = 0, T > T_0;$$

$$T^2 - TT_0 - T_0^2 = 0, T < T_0.$$

Первое ур-е не им. р-ш., из него делаем вывод, что это планета не Земля. Для второго ур-я:

$$T = T_0 \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 225 \text{ сут.}$$

Эта планета - Венера

45

4.  $R = D \sin \rho$ , где  $D$  - расстояние от планеты до солнца,  $R$  - линейный радиус солнца,  $\rho$  - угловой радиус солнца.

Уг. рад. солн:

$$\rho = \frac{\sin R}{D} = \arcsin \frac{6,96 \cdot 10^8}{4,50 \cdot 10^9} = 1,55 \cdot 10^{-4} \text{ рад} = 32''$$

Угловой диаметр солнца  $\delta = 2 \cdot 32'' = 64'' = 1'$

Ответ: Диск солнца с планеты будет виден в "пределах зрения".

38

5. Планеты верхней кулиминации звезды после восхода, будут опускаться, т.к. даются в Москве ( $\Lambda_2$ ) и Чебоксарах ( $\Lambda_1$ ) опускаться. В Чебоксарах звезда суммируется раньше. Промежуток времени между кулиминациями составит:

$$\Delta T_c = T_0(\Lambda_1 - \Lambda_2) / 360^\circ = 38 \text{ мин}, 22 \text{ сек.}$$

Здесь  $T_0$  - период вр. Земли. Промежуток времени между восходом и верхней кулиминацией равен промежутку между верх. кулиминацией и заходом. Восход звезды в обеих городах произойдет одновременно, а-но, заход звезды в Чебоксарах произойдет раньше на:

$$\Delta T_s = 2 \Delta T_c = 1 \text{ час } 16 \text{ минут } 44 \text{ секунды}$$

Ответ: 20 минут.

Ответ: 1 час 16 мин. 44 сек.

38

1. Равенство высоты вертикального предмета и длины его тени на горизонтальной поверхности означает, что высота солнца  $h$  составляет  $45^\circ$ . Так как действие происходит в солнечном полдень, солнце расположится в вершине кульминации. Это высота в это время равна  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ , если солнце расположится к югу от зенита ( $\varphi > \delta$ ), или же  $h = 90^\circ - \delta + \varphi$ , если солнце расположится к северу от зенита ( $\varphi < \delta$ ); эти два соотношения можно записать в виде одной формулы:  $h = 90^\circ - |\varphi - \delta|$ .

22 июня (в летнее солнцестояние) склонение солнца  $\delta$  положительно и равно углу наклона экватора к эклиптике  $\epsilon$  ( $23,4^\circ$ ). Из предыдущих формул получим выражения для широты места:

$\varphi \geq \epsilon \pm (90^\circ - h)$ . Указанная ситуация может наступить на широтах  $-21,6^\circ$  и  $+68,4^\circ$ .

2. Если  $q = 1$  а.е., то можно определить дальнюю полуось:

$a = \frac{q}{1-\epsilon} = 2$ ; следовательно  $2a = a + q$

$a = 2a - q = 4 - 1 = 3$ ; по третьему закону Кеплера:

$\frac{T_{as}^2}{T_E^2} = \frac{a_{as}^3}{a_E^3}$ ;  $T_{as} = T_E \sqrt{\frac{a_{as}^3}{a_E^3}} = \sqrt{\frac{27}{27}} \approx 2,8$

Ответ: 2,8 года.

3. В условии задачи не сказано, является планета внешней или внутренней ~~или внешней~~, по этому

запишем выражение для синодического периода планеты  $S$  в общем виде:  $S = \frac{T_1 \cdot T_2}{|T_1 - T_2|}$ ; где  $T_1, T_2$  - орбитальные периоды земли.

По условию задачи  $\frac{S}{T_0} = \frac{T}{|T-T_0|} = \frac{T_0}{T}$ , откуда получаем уравнение  $\rightarrow T^2 - T \cdot T_0 + T_0^2 = 0; T > T_0$

$$T^2 + T \cdot T_0 - T_0^2 = 0; T < T_0;$$

первое уравнение не имеет корней из чего выходит, что планета не может быть внешней. Для второго уравнения имеем  $\rightarrow T = T_0 \cdot \frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 225$  суток. Ответ: это планета-Венера 48

4.  $R = D \cdot \sin p$ , где  $D$  - расстояние от флутинга до солнца,  $R$  - линейный радиус солнца,  $p$  - угловой радиус солнца, вычисленный с флутинга. Угловой радиус солнца  $p = \arcsin \frac{R}{D} = \arcsin \frac{6,36 \cdot 10^8}{4,5 \cdot 10^9} = 1,55 \cdot 10^{-1}$  рад  $\approx 320$ . Угловой диаметр солнца  $\delta = 2 \cdot 320 = 640 \approx 1$ . Раск солнца с флутинга будет виден на "предела зрения" 78

5. Моменты восхода и захода верхней кульминации звезды, которая последует после восхода, будут отличаться, так как высота Москвы ( $\lambda_2$ ) и Кедовска ( $\lambda_1$ ) отличаются. В Кедовске звезда кульминация раньше. Чтобы найти промежуток кульминации и пользоваться формулой  $\Delta T_c = T_0 (\lambda_1 - \lambda_2) : 360^\circ = 38$  мин 22 сек. где  $T_0$  - период вращения Земли (23 часа 56 минут 4 секунды). Промежуток времени между восходом и ~~заходом~~ верхней кульминацией звезды равен промежутку времени между верхней кульминацией и заходом. Восход звезды произойдет в Москве и в Кедовске одновременно, следовательно, в Кедовске заход произойдет раньше чем в Москве на:

$$\Delta T_s = 2 \Delta T_c = 1 \text{ час } 16 \text{ минут } 44 \text{ секунды.}$$

Ответ: 27 минут 68

*Handwritten signature and initials*

1.  $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ , если Солнце расположено к югу от зенита ( $\varphi > \delta$ )  
 $h = 90^\circ - \delta + \varphi$ , если Солнце расположено к северу от зенита ( $\varphi < \delta$ ) A10-9  
 $h = 90^\circ - (\varphi - \delta)$

Этот угол — склонение, если  $\delta$  положительна и равна углу наклона экватора.

$$\varphi = \epsilon \pm (90 - h)$$

Указанная картинка могла бы быть на широте:  $-21.6^\circ$  и  $+68.4^\circ$  58

2.  $e = \frac{A-P}{A+P}$     $A = p \frac{L+e}{L-e}$     $L = \frac{A+P}{2}$     $L = \frac{P}{L-e}$     $\left(\frac{T_9}{T_e}\right)^2 = \left(\frac{L}{P}\right)^3$ ,  $T_9 = T_e$

$$\left(\frac{L}{P}\right)^{3/2} = T_e (1-e)^{3/2} = 2 \quad \approx 2,83 \text{ года}$$

66.

3.  $\int \frac{T T_0}{|T - T_0|}$

$$\frac{S}{T_0} = \frac{T}{|T - T_0|} = \frac{T_0}{T} \quad T_0 - T T_0 + T_0^2 = 0; T > T_0$$

$$T_0^2 + 2 T T_0 - T_0^2 = 0; T < T_0$$

Первое уравнение не имеет положительного корня, тогда планета не может быть внешней.

$$T = T_0 \frac{\sqrt{5} - 1}{2} \approx 225 \text{ суток}$$

30

Ответ: планета Венера

4. Диск Солнца с Плутона будет виден на 33 градусах 16  
 зрения

5.  $\Delta T_c = \frac{T(2r_1 - 2r_2)}{360^\circ} = 38 \text{ минут } 22 \text{ секунды}$

$$\Delta T_s = 2 \Delta T_c = 17 \text{ час } 16 \text{ минут } 44 \text{ секунды}$$

20

Олег 17 Самов

А  
 First