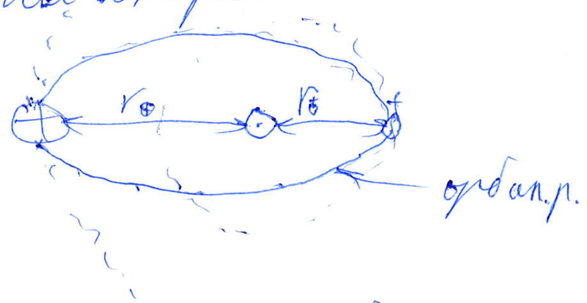
Задача № 1.

Буду считать дату пролёта, как прохождение точки касания орбиты Венеры:



Зная радиусы орбит Венеры и Земли найдём большую полуось орбиты спутника:

$$a_{сп} = \frac{r_⊕ + r_♀}{2} = \frac{1 а.е. + 0,71 а.е.}{2} = 0,86 а.е.$$

⇓

$$\frac{T_⊕^2}{T_{сп}^2} = \frac{a_⊕^3}{a_{сп}^3}$$

⇓

$$T_{сп} = \sqrt{1г.^2 \cdot \frac{(0,86 а.е.)^3}{(1 а.е.)^3}} = \sqrt{0,64г^2} = 0,8 г.$$

↓

Это полный период., но т.к. пролетает спутник лишь половину орбиты (могу утверждать, что это половина из симметрии) ⇒ $time = \frac{T_{сп}}{2} = 0,4г.$

$time = 0,4г = 146$ дней

⇓

Date	12.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	9.07
time	146	130	99	69	38	8	0

⇓

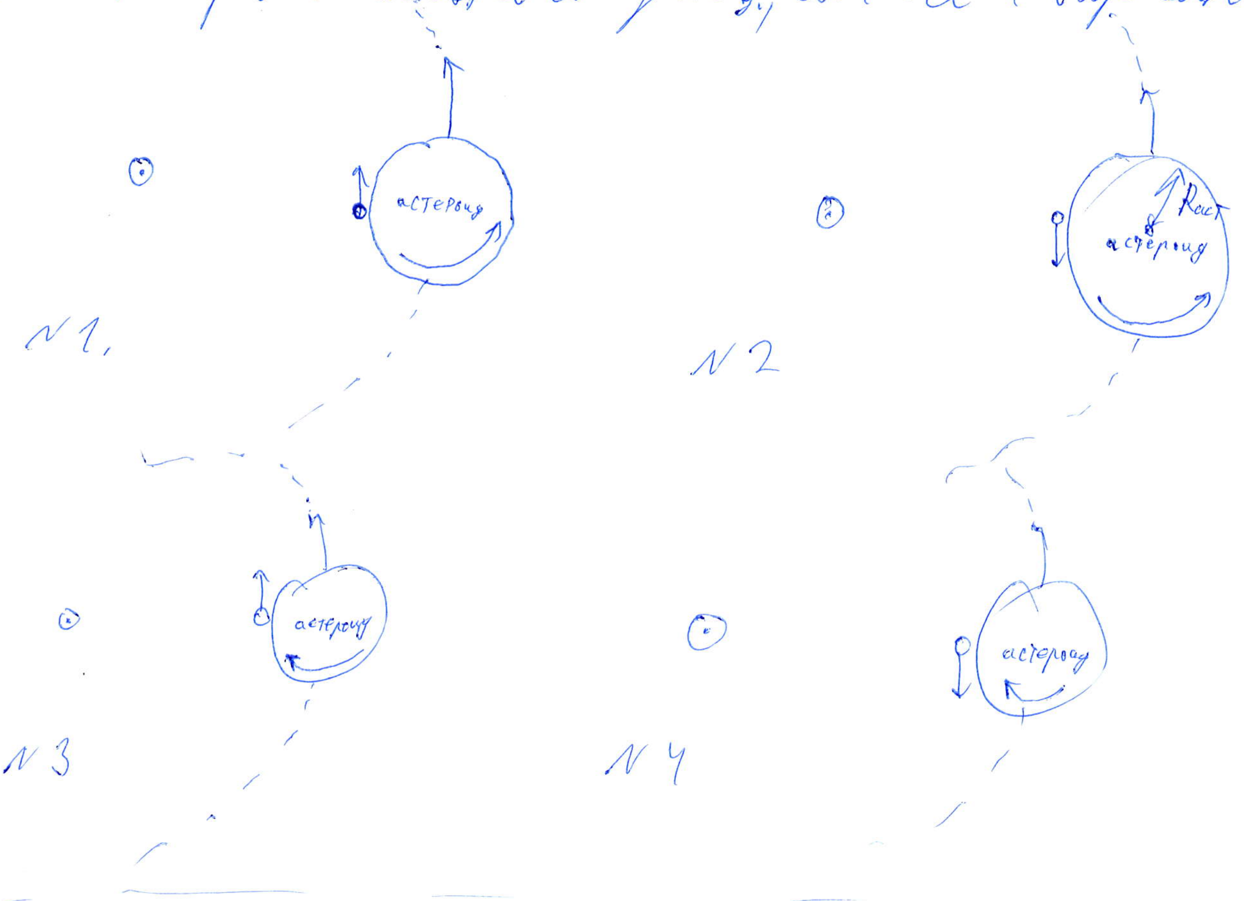
аппарат ~~был~~ был там примерно 9 июля.

Date = 9.07

Ответ: 9 июля.

Задача № 2.

Существует два случая, как аппарат движется сонаправлено астероиду (осевое вращ.) и противонаправлено. ⇒ Так же есть два варианта осевого относительно орбитального вращ., вот все 4 варианта:



~~Найдём~~ С этого момента в решении четыре альтернативы, каждая из которых соответствует рисунку по номеру.:

Найдём скорость тени: (T_c - 4 дня; T_2 - 4 года; $R_{аст} = 600$ км)

$T_{дня} = \frac{T_c \cdot T_2}{T_2 - T_c}$ — для № 1 и № 2 $= 4,01$ дня

$T_{дня} = \frac{T_c \cdot T_2}{T_2 + T_c}$ - для № 3 и № 4 $= 3,99$ дня

⇓

$S = R_{аст} \cdot \pi \cdot 2 = 3768$ км

⇓

$v_{тени} = \frac{S}{T_{дня}} = \begin{cases} \text{№ 1 и № 2} \approx 39,3 \text{ км/ч} \\ \text{№ 3 и № 4} \approx 39,3 \text{ км/ч} \end{cases}$ (различия незаметны)

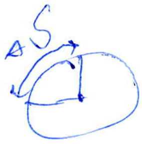
Задача № 2 продолжение.

теперь, т.к. $v_{тени}$ не сильно различ., буду обозначать так:

α – №1 и №4

β – №2 и №3

$\Delta S = \frac{S}{4} = 942$ км



$$t = \frac{\Delta S}{v_{тени} \pm v_{апп}} = \begin{cases} \alpha: = 25{,}8\text{ ч.} \\ \beta: = 22{,}3\text{ ч.} \end{cases}$$

$\Downarrow$

$l_\alpha = t_\alpha \cdot v_{апп} = 77{,}4$ км

$l_\beta = t_\beta \cdot v_{апп} = 66{,}9$ км

$\Downarrow$

$w_\alpha = \frac{l_\alpha}{S} \approx 0{,}02 = 2\%$

$w_\beta = \frac{l_\beta}{S} \approx 0{,}02 = 2\%$

В результате все 4 случая не слишком сильно отличаются, значит ответ один.

Ответ: 2%.

Задача № 3.

Если астероид приблж. каждые 2 марс. года. $\Rightarrow T_{аст} = 2$ марс. года.

$\Downarrow$

$$\frac{T_{аст}^2}{T_м^2} = \frac{a_{аст}^3}{a_м^3}$$

$\Downarrow$

$$a_{аст} = \sqrt[3]{a_м^3 \cdot 4} = \sqrt[3]{4} \cdot 1{,}52 \text{ а.е.} \approx 1{,}75 \cdot 1{,}52 = 2{,}6 \text{ а.е.}$$

$\Downarrow$

$S = a_{аст} - r_{орб. марса} = 1{,}08$ а.е.

$\Downarrow$

$l_{св} = 2S = 2{,}16$ а.е. $= 1{,}5 \cdot 10^8 \cdot 2{,}16$ км

$\Downarrow$

$$time = \frac{l_{св}}{c} = \frac{1{,}5 \cdot 10^8 \cdot 2{,}16}{3 \cdot 10^5} = 1080 \text{ сек} = 18 \text{ минут}$$

Наблюдатели увидят фазу $\approx 0{,}5$, т.к. фазовый угол в противостоянии $= 0°$ $\Rightarrow$ фаза ~~Ат~~ полная $\Rightarrow 50\%$.

Ответ: 18 минут; 0,5.

Задача № 4.

Сначала определим периоды обращения этих планет; (считаю, что все планеты вращ. вокр. звезды в одну сторону)

$$\frac{T_c^2 \cdot 1{,}2 M_\odot}{T_\oplus^2 \cdot 1 M_\odot} = \frac{a_c^3}{a_\oplus^3}$$

$\Downarrow$

$$T_c = \sqrt{1_г^2 \cdot 12^3 \cdot \frac{1}{1{,}2}} = 1_г \cdot \sqrt{1440} \approx 37 лет$$

аналогично:

$$T_{юп} = \sqrt{1_г^2 \cdot 8^3 \cdot \frac{1}{1{,}2}} = 1_г \cdot \sqrt{440} \approx 20 лет$$

Найдём $r_{орб\,зем}$ (аналогично с (T_c и $T_{юп}$)):

$$r_{орб\,зем} = \sqrt[3]{(1 а.е.)^3 \cdot 4 \cdot 1{,}2} = 1 а.е. \cdot \sqrt[3]{4{,}8} = 1{,}8 а.е.$$

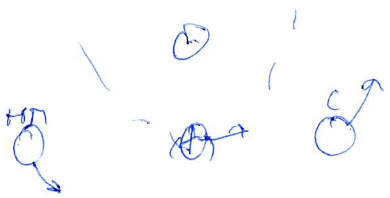
Найдём синодические периоды:

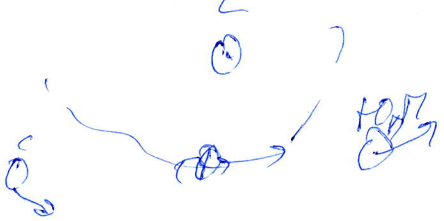
$$T_{Sc} = \frac{T_c \cdot T_{зем}}{T_c - T_{зем}} \approx 2{,}1 года \Rightarrow v_{Sc} = \frac{360^\circ}{2{,}1 года}$$

$$T_{S\,юп} = \frac{T_{юп} \cdot T_{зем}}{T_{юп} - T_{зем}} = 2{,}3 года$$

т.к. юп. оказался в той же точке, возможно два варианта:

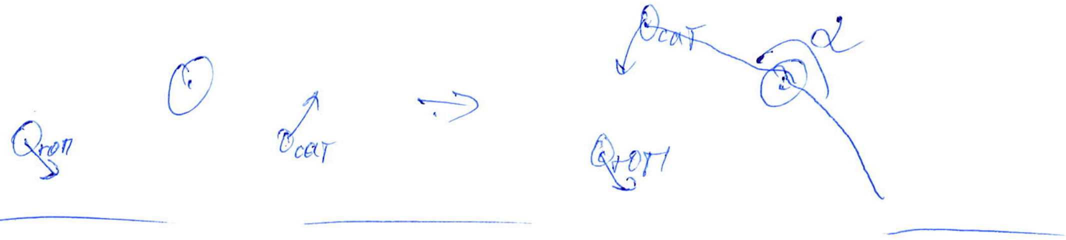
№ 1 или № 2



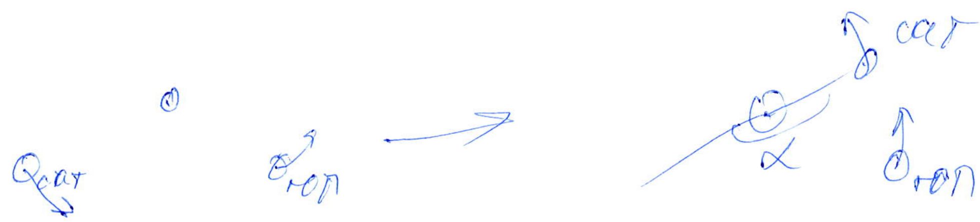


Задача № 4 продолжение.

№ 1:



№ 2:

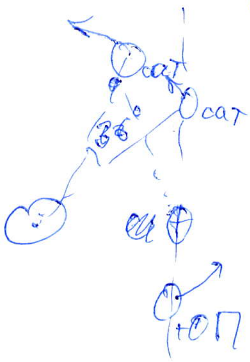


$$\Downarrow$$

$$\angle\alpha = \omega_{sc} \cdot T_{s\,топ} = 360^\circ \cdot \frac{2,3}{2,1} = 1,1 \cdot 360^\circ = 360^\circ + 36^\circ$$

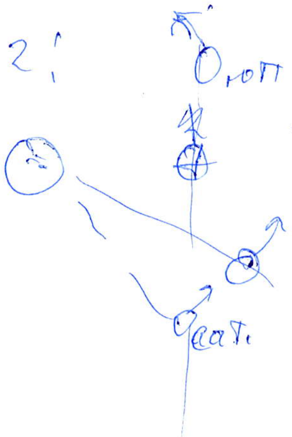
$$\Downarrow$$

в случае № 1:



$\Rightarrow$ невидимо ночью т.к. в левой части плоскости разделённой день-ночь на земле.

в случае № 2:

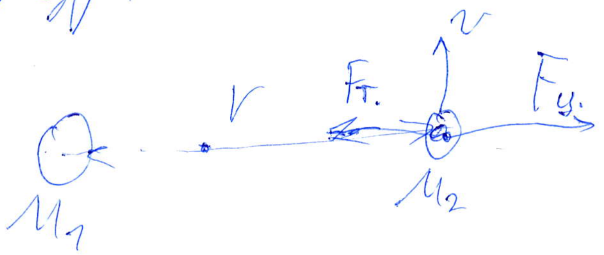


$\Rightarrow$ видима ночью, аналогично с № 1.

Задача № 5.

Запишем правило равновесия сил для одной из звезд:

($T_{обр} = 2 T_{затм} = 88ч \cdot 2$



$$v = \frac{r \cdot M_1}{M_1 + M_2} \cdot 2\pi / T_{обр}$$

$\Downarrow$

$$w = \frac{2\pi}{T_{обр}}$$

$\Downarrow$

$$\begin{cases} F_{ц.} = M_2 \cdot \frac{4\pi^2}{T_{обр}^2} \cdot \frac{r \cdot M_1}{M_1 + M_2}; \quad M_1 + M_2 = 1{,}8 M_\odot \\ F_T = \frac{G M_1 M_2}{r^2} \\ F_T = F_{ц} \end{cases}$$

решим систему уравнений:

$$M_2 M_1 \cdot \frac{4\pi^2}{T_{обр}^2} \cdot \frac{r}{M_1 + M_2} = \frac{G M_1 M_2}{r^2}$$

$$r^3 = 1{,}8 M_\odot \cdot G \cdot \frac{T_{обр}^2}{4\pi^2}$$

$$r = \sqrt[3]{1{,}8 M_\odot \cdot G \cdot \frac{T_{обр}^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{3{,}6 \cdot 10^{30} \cdot 6 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{3{,}2^2 \cdot 10^{10}}{4 \cdot 9{,}6}} \approx \sqrt[3]{3{,}6 \cdot 6 \cdot 3{,}2^2 / 4 \cdot 10^{28}} =$$

$$= \sqrt[3]{5{,}4 \cdot 10^{28}} \approx 1{,}85 \cdot 10^{9{,}7} \approx 1{,}5 \cdot 10^{10} м = ~~10 а.е.~~ 0{,}1 а.е.$$

$\Downarrow$

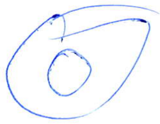
$$a = \frac{r}{2} \approx 0{,}05 а.е.$$

Задача № 5 продолжение.

Буду считать, что звезда M_1 больше M_2.

$\Downarrow$

Рассмотрим два варианта затмения:

 и 

в обоих случаях $\Delta m = 0{,}75 \Rightarrow \frac{E_\Sigma}{E_1} = 10^{0{,}75\cdot 0{,}4} = \frac{E_\Sigma}{E_2}$

$\Downarrow$

$\Delta E_1 = \Delta E_2$

$\Downarrow$

поверхностная яркость звёзд равна.

$\Downarrow$

~~эти звёзды одного цвета и спектрального класса, значит можно считать интенсивность одинаковой.~~

$\Downarrow$

$$\frac{E_\Sigma}{E_1} = 10^{0{,}75\cdot 0{,}4} = 10^{0{,}3} \approx 2{,}1$$

$\Downarrow$

$$\frac{S_1 + S_2}{S_1} = 2{,}1$$

$\Downarrow$

$$\frac{R_1^2\cdot\pi + R_2^2\cdot\pi}{R_1^2\cdot\pi} = 2{,}1$$

$$1 + \frac{R_2^2}{R_1^2} = 2{,}1$$

$\Downarrow$

$$R_1^2 = R_2^2\cdot\frac{1}{1{,}1} \Longrightarrow \cancel{R_1} R_2 = 1{,}005 R_1 \Rightarrow R_2 \approx R_1$$

$\Downarrow$

т.к. радиусы звёзд и их цвет одинаковы $\Rightarrow$ их массы равны.

Задача № 5 продолжение.

А если их массы равны, то $M_1 \approx 0,9 M_\odot$; $M_2 \approx 0,9 M_\odot$.

Звёзды такой массы скорее всего типа солнца, т.к. для др. спектр. классов масса слишком мала, $\Rightarrow$ цвета - жёлтые.

Ответ: 0,05 а.е.; 0,9 $M_\odot$; жёлтые.