Рассмотрим то, как планета проходила по диску звезды.

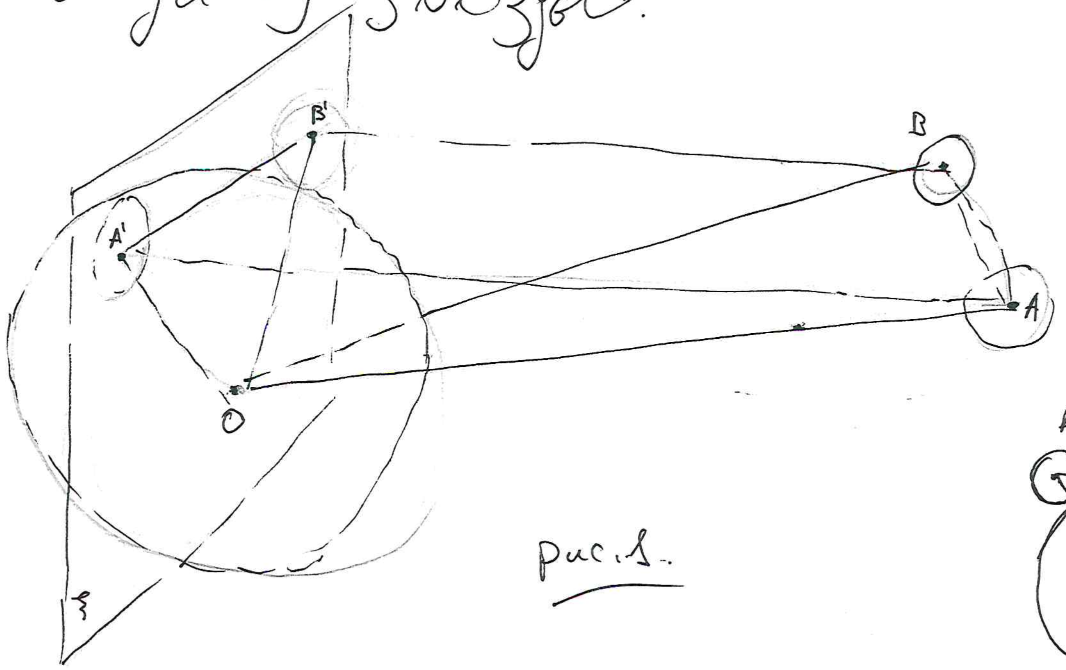


рис. 1.

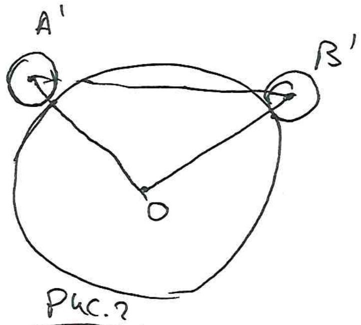


рис. 2.

На рис. 1 изображены моменты начала (т. A) и конца (т. B) затмения. A, B – ц. планеты. т. O – ц. звезды. l – луч зрения; пл-ть $\xi \perp l$.

На рис. 2 – то, что видно с Земли.

$OA' = R + r$, $OB' = R + r$; R – радиус звезды, r – радиус планеты.

(AOB) – пл-ть орб. планеты; $(A'OB') \in \xi$, угол между ними равен $i = 88{,}8°$.

$OA = OB = a$ – больш. полуось орб. планеты.

$\angle BOA = \omega\tau$, τ – время прохождения; $\omega = \frac{2\pi}{T}$ – угл. ск-ть планеты.

Мы считаем, что наблюдатель находится очень далеко.

Тогда $\Delta A'OB'$ получается прямоуг. проекцией ΔAOB на пл-ть ξ.

$\boxed{\text{ДОЛ-50}}$

При чём заметим, что $A'B' = AB$, т.к. $OA = OB$, т.е. картинка симметрична., $AB \parallel \xi$.

Получаем $S_{A'OB'} = S_{AOB}\cos i$

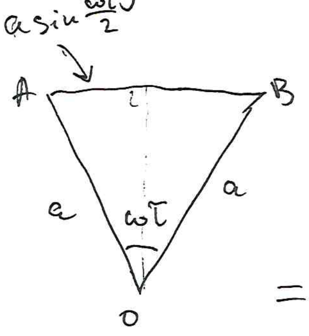
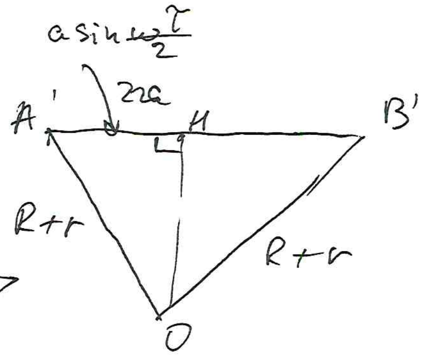


рис. 3

$S_{AOB} = \frac{1}{2}a^2\sin\omega\tau$

$S_{A'OB'} = 2S_{A'HO} =$

$= \cancel{2}\cdot\frac{1}{\cancel{2}}a\sin\frac{\omega\tau}{2}\cdot\sqrt{(R+r)^2 - a^2\sin^2\frac{\omega\tau}{2}}$



$$a\sin\frac{\omega\tau}{2}\sqrt{(R+r)^2-\left(a\sin\frac{\omega\tau}{2}\right)^2} = \frac{1}{2}a^2\sin\omega\tau\cos i$$

$$(R+r)^2-\left(a\sin\frac{\omega\tau}{2}\right)^2 = \frac{a^2\sin^2\omega\tau}{4\sin^2\frac{\omega\tau}{2}}\cos^2 i$$

$\boxed{\text{етр 2/5}}$

$$(R+r)^2 = a^2\left(\frac{\sin^2\omega\tau\cos^2 i}{4\sin^2\frac{\omega\tau}{2}} + \sin^2\frac{\omega\tau}{2}\right)$$

$\omega\tau = \frac{2\pi}{T}\tau =$ из графика: $\tau \simeq 8^{min}$

$= 2\pi\cdot\frac{8}{1{,}4\cdot24\cdot60} \simeq \pi\frac{2\cdot2\cdot2}{0{,}7\cdot2\cdot12\cdot2\cdot60} \simeq \frac{\pi}{7\cdot3\cdot6} \simeq \frac{1}{42}$ рад.

будем считать малым углом.

$$(R+r)^2 = a^2\left(\frac{\frac{1}{42^2}}{4\cdot\frac{1}{42^2}\cdot\frac{1}{2^2}} + \frac{1}{42^2\cdot2^2}\right) = a^2\left(\frac{1}{300^2} + \frac{1}{42^2\cdot2^2}\right)$$

$\cos i = \cos 88{,}8^\circ \simeq \sin 0{,}2^\circ \simeq \frac{0{,}2}{57{,}3\text{ рад}} = \frac{0{,}2}{180}\cdot\pi = \frac{\pi}{900} \simeq \frac{\pi}{3\cdot300} \simeq \frac{1}{300}$

$\frac{180}{\pi}$ ~~Нетрудно, что~~ $\cancel{\frac{4}{300^2}}$

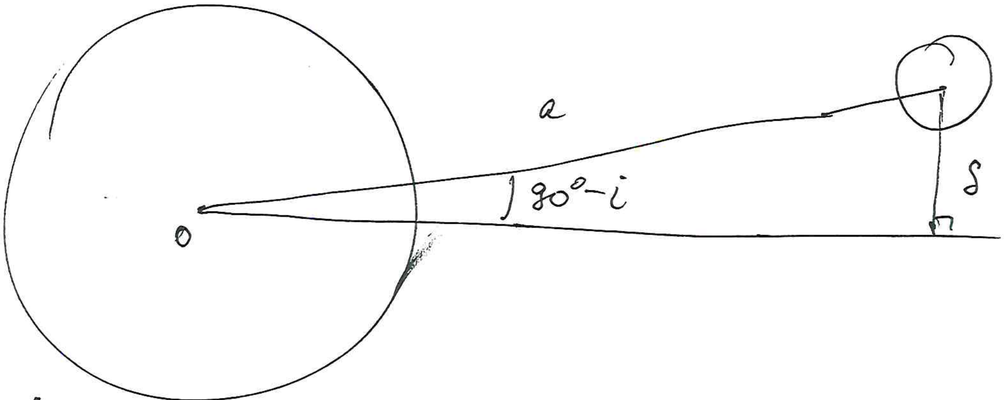
выражение в скобках $\simeq \frac{1}{7\cdot10^4}$ $\frac{1}{300^2} \ll \frac{1}{84^2}$, пренебрежём этим членом.

$(R+r)^2 \simeq a^2\cdot\frac{1}{7^2\cdot10^4}$

тогда ~~R~~ $R+r \approx \frac{a}{84} = 3{,}57\cdot 10^4$ км

~~$R+r = a\cdot\frac{\sqrt{2}}{100} \approx a\frac{1{,}4}{100} = \frac{0{,}7}{50}a = \frac{7}{500}a = \frac{7\cdot 3\cdot 10^{4}}{500}$ км $= \frac{21\cdot 10^4}{5} \approx 4\cdot 10^4$ км.~~ $= a\frac{1}{800} = \frac{3}{8}\cdot 10^4$ км.

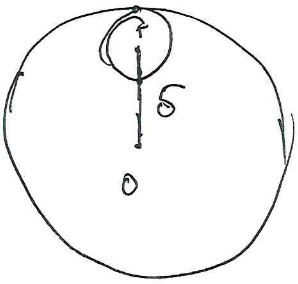
Т.к. „полочки" в минимуме блеска нет, значит, ~~затмение~~ планета не полностью проходила по диску звезды.



Дол-50

стр 3/5

Для начала оценим, считая, что планета касается своим верхним краем края диска звезды.



$\delta = a\sin(90-i) = a\cos i =$

$= a\sin 0{,}2° = a\cdot\frac{0{,}2}{180}\pi \approx \frac{a}{300} =$

$= \frac{3\cdot 10^6}{3\cdot 10^2} \approx 10^4$ км.

тогда $\delta = R-r$

$\begin{cases} R+r = 3{,}57\cdot 10^4 \\ R-r = 10^4 \end{cases}$ $2R = 4{,}57\cdot 10^4$ км

$R \approx 2{,}3\cdot 10^4$ км

$r \approx 1{,}3\cdot 10^4$ км что-то странное.

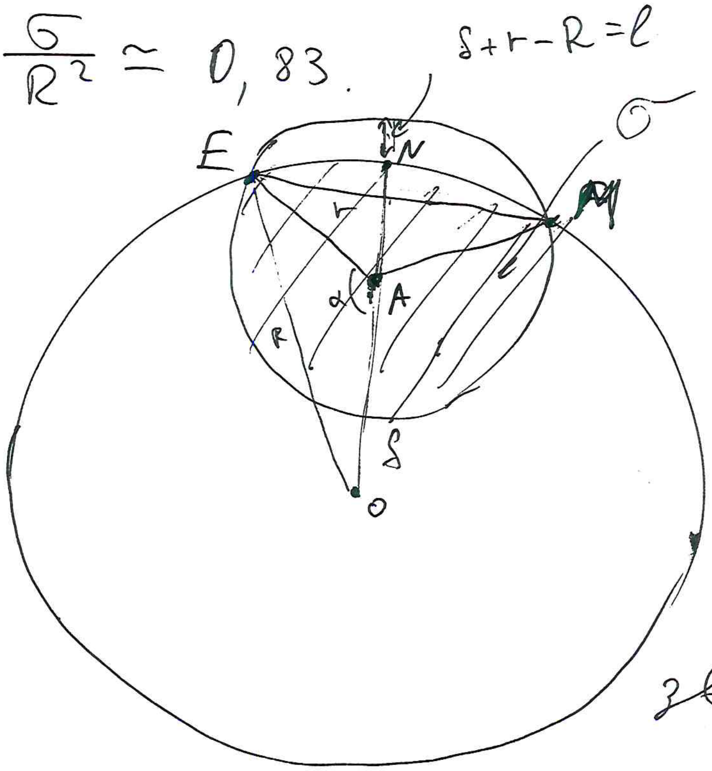
Теперь по порядку определим, какая ~~я~~ часть звезды закрылась в момент max фазы.

$$\frac{(R^2-\sigma)\cancel{T^4}}{R^2\cancel{T^4}} = F_1 \simeq 0,17 \text{ (с графика)}$$

$$1-\frac{\sigma}{R^2}=0,17$$

$\boxed{\text{Доп-50}}$

$$\frac{\sigma}{R^2}\simeq 0,83.$$



~~Вот:~~ Допустим, что бо́льшая часть планеты проходит по звезде, т.е. ~~тогда~~ когда $l=\delta+r-R$ мало. Тогда площадь вне звезды можно оценить как пл-дь прямоуг. со сторонами l и ~~хордой EM~~ вот такой: $(\sqrt{OE^2-ON^2})$.

~~EM~~ $\cancel{r\cdot\frac{1}{2}\sqrt{r^2-(r-l)^2} = r\frac{1}{2}\sqrt{r^2-r^2-l^2+2rl}}$

$$\pi r^2-\sigma = \cancel{2}\sqrt{2rl-l^2}\cdot l \simeq \cancel{2}\, l\sqrt{2rl} = \sqrt{2rl^3}$$

$$\cancel{\sigma = \pi r^2-(\delta+r-R)\sqrt{2(\delta r+r^2-Rr)} = 0,83R^2}$$

$$\cancel{\sqrt{2rl^3}\simeq 0,83R^2-\pi r^2}$$

$$\sqrt{OE^2-ON^2} = \sqrt{R^2-(\delta-r)^2} = \sqrt{R^2-\delta^2-r^2+2r\delta} \ldots$$

не удобно.

Вообще, радиус звезды может быть небольшим, т.к. наблюдения проводились в ~~очень красной части спектра~~ микрометровом диапазоне: $\lambda \simeq 4{,}5\ \mu m$. Это может быть красный карлик или бурый... Планета — скорее всего суперземля.

Напоследок оценим σ как $0{,}9\, S_{пл}$.

Из прошлой оценки известно, что радиуса звезды и планеты сравнимы.

$\sigma = 0{,}9 \pi r^2$

$$\frac{0{,}9 r^2}{R^2} = 0{,}83$$

$\boxed{Доп - 50}$

$$\frac{r}{R} = \sqrt{\frac{0{,}83}{0{,}9}} \simeq \sqrt{\frac{9}{10}} = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$R + \frac{3}{\sqrt{10}} R = 3{,}57 \cdot 10^4 км$$

$$R \simeq \frac{3{,}57 \cdot 3}{\sqrt{10}+3} \cdot 10^4 км$$

$$r \simeq \frac{9 \cdot 3{,}57}{10 + 3\sqrt{10}} \cdot 10^4 км.$$

Но это так, совсем оценки.