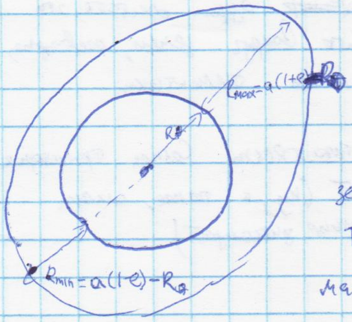
208

10 класс

№1

$T = 3,9_{года} \approx 3,9\cdot\pi\cdot10^7 c$



Т.к. зв. величина отличаются на $2,5^m$, то яркость астероида изменяется ~~раз~~ в $2,5^{\frac{5}{2}} \approx \sqrt{100}^{\frac{1}{2}} \approx 10$ раз

Т.о. т.к. яркость обр. пропорциональна квадрату расстояния, то минимальное и максимальное расстояние от Земли отличаются в $\sqrt{10} \approx 3,4$ раза, т.о.

Т.к. астероид наблюдать днём невозможно, то максимальное и мин. расстояние достигается в случаях как на картинке. Определим б. полуось и эксцентриситет орбиты

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{T_\oplus^2}{a_\oplus^3} \Rightarrow a = \sqrt[3]{\left(\frac{T}{T_\oplus}\right)^2} \cdot a_\oplus \approx \sqrt[3]{3,9^2} \cdot 1 a.e =$$

(аналогичные параметры Земли)

$a \approx 2,5$ а.е.

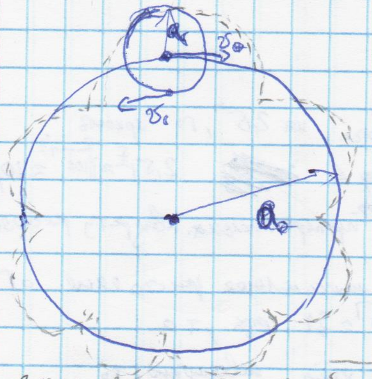
Т.о. $\frac{R_{max}}{R_{min}} = \sqrt{10} = \frac{a(1+e) - R_\oplus}{a(1-e) - R_\oplus} \Rightarrow \sqrt{10} = \frac{1,5_{ae} + 2,5_{ae} e}{1,5 a.e - 2,5_{a.e.} e} \Rightarrow$

$\Rightarrow \sqrt{10} = 1 + \frac{2 \cdot 2,5_{ae} e}{1,5_{ae} - 2,5_{ae} e} \Rightarrow (\sqrt{10} - 1) \cdot 1,5 = 5e + \sqrt{10} \cdot 2,5e$

Отсюда

$e = \frac{2,5 \cdot 1,5}{5 + 2,5 \cdot 2,5} \approx \frac{1,5}{2 + 2,5} \approx \frac{1,5}{4,5} \approx \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$

№3



Всё не в масштабе, кол-во оборотов случайное

Будем сразу рассматривать движение проекции Луны от Солнца. Эта проекция движется ~~по~~ ~~ч~~ ~~пример~~ будем считать, что по круговой орбите вокруг Земли, очевидно, лежащей в плоскости эклиптики.

Тогда очевидно, что относительно Солнца траектория Луны будет циклоидой (ну, а точнее, слегка закрученной в кольцо циклоидой)

Докажем, что нет самопересечений.

У циклоиды появляется самопересечение в том случае, когда скорость движения по окружности $v_{\text{☾}}$ превышает скорость линейного движения $v_{\odot}$ ~~окружн~~ центра данной окружности. ~~Т~~ примерно оценим отношение этих скоростей

$$v_{\odot} = \frac{2\pi a_{\odot}}{T_{\odot}} \approx \frac{2\pi \cdot 150 \cdot 10^6 \text{ км}}{12 \text{ месяцев}} \qquad v_{\text{☾}} = \frac{2\pi a_{\text{☾}}}{T_{\text{☾}}} = \frac{2\pi \cdot 400 \cdot 10^3 \text{ км}}{1 \text{ месяц}}$$

ну, примерно 12 периодов обр-ия луны... примерно...

тоже примерно "месяц"

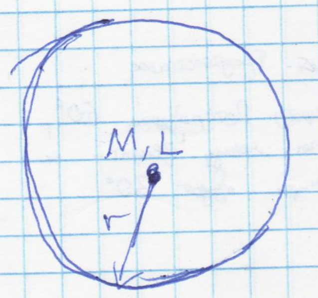
$$\text{т.о.} \quad \frac{v_{\odot}}{v_{\text{☾}}} \approx \frac{150 \cdot 10^6 \cdot 1}{12 \quad 400 \cdot 10^3} \approx \frac{12{,}5 \cdot 10^6}{4 \cdot 10^5} \approx 31$$

Т.к $v_{\odot} \gg v_{\text{☾}}$, то самопересечений у траектории быть не может

Т.о. траектория Луны выглядит примерно так, как на рис. выше, это качественный вид, все совпадения с реальными масштабами случайны.

Т.о. действительно ~~ф~~ траектория является циклоидой, т.к нет самопересечений, то ~~в~~ она всегда выпукла в одну сторону, то есть очевидно, наружу

№ 4



энергия, получаемая батареями площадью $S_u = 2 м^2$ $\eta = 0{,}3$

$$E_{изл} = \frac{L S_u \eta}{4\pi r^2}$$

L - светимость данной звезды

энергия солн. ветра $S_n = 1 м^2$

$$E_{погл} = \frac{\Delta m \upsilon^2 S_n}{4\pi r^2}$$

Δm — ~~[illegible]~~ изменение массы звезды в ед. времени.

известно, что оно пропорционально массе звезды с коэф-том

$$10^{-14}\ год^{-1} \approx \frac{10^{-14}}{\pi \cdot 10^7} \approx \boxed{\pi \cdot 10^{-21}\ c^{-1} = A}$$

$$E_{погл} = \frac{A M \upsilon^2 S_n}{4\pi r^2 2}$$

Отсюда отношение энергий

$$\frac{E_{изл}}{E_{погл}} \approx \frac{2 L \eta S_u}{A M \upsilon^2 S_n}$$

Найдём массу звезды, зная период по 3 з-ну К.

$$\frac{(0{,}25\ года)^2}{(0{,}5\ а.е.)^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad \frac{(1\ год)^2}{(1\ а.е.)^3} = \frac{4\pi^2}{GM_\odot} \Rightarrow \frac{M}{2} = M_\odot \Rightarrow M = 2M_\odot$$

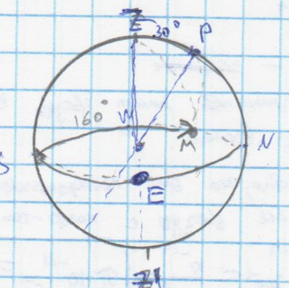
Т.к. звезда также как и Солнце находится на ГП, то

$$L = k M^\alpha \quad \text{при этом } L_\odot = k M_\odot^\alpha \Rightarrow L = \frac{L_\odot}{M_\odot^\alpha} \cdot M^\alpha = L_\odot \cdot 2^\alpha$$

Т.о. $$\frac{E_{изл}}{E_{погл}} = \frac{2 \cdot 2^\alpha L_\odot \eta S_u}{A (2 \cdot M_\odot) \upsilon^2 S_n} \approx 10^{10} \text{ раз}$$

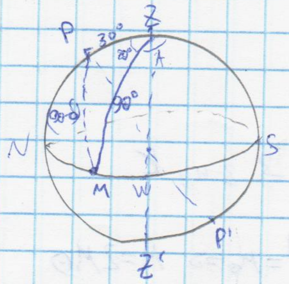
N5

Найдём прямое восхождение звезды из параллакт. треугольника



Считаем широту Петербурга 60°, поэтому угол между зенитом и полюсом мира будет 30°

Ну, тут что-то пошло не так (не та сторона картинки)



Найдём склонение звезды из пар. треуг. ZPM.

$$\cos(90-\delta) = \cos 30 \cdot \cos 90^\circ + \sin 30 \cdot \sin 90 \cdot \cos 20^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \theta = \frac{\pi}{9}\text{rad}$$

$$\sin\delta = \frac{1}{2}\cos 20^\circ \approx \frac{1}{2}\left(1 - \frac{\theta^2(\text{rad})}{2}\right)$$

считая углы малыми

$$\sin\delta = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{\pi^2}{81}\right) \approx \frac{1}{2}\left(\frac{17}{18}\right) = \frac{17}{36} \approx \frac{1}{2}$$

Т.о. $\delta \approx 30^\circ$

---

4 спатых пальца (6 см) на расстоянии вытянутой руки (1 м), это угол

$$\frac{6\text{см}}{60\text{см}} = \frac{1}{10}\text{rad} \approx 6^\circ$$

Нарисовав на черновике ~~очередной шедевр современного искусства~~ примерный набросок карты звёздного неба, а также, вспомнив 3 звезды, которые можно увидеть в Петербурге, можно предположить, что под описание этих 2 звезд подходят Вега и Денеб, т.к эклиптика проходит ~~[illegible]~~ по правому краю лебедя, то экл. широта ~~[illegible]~~ Денеба действительно где-то +10°, а δ ~~Веги~~ примерно 30°

Т.о. Вторые звезды Веги

N 2

Т.к.

$\nu = \frac{v}{L}$ где L и является размером области (оно же длина волны)

v – скорость волны

Т.о. ~~для~~ формула для длины волны имеет вид

$L = \frac{v}{\nu}$

Будем считать, что скорость звука в газе не сильно зависит от давления, тогда

$v \approx 3\cdot10^2$ м/с

$\nu = 3\cdot10^3\ c^{-1}$

Т.о.

$L \approx 0{,}1$ м