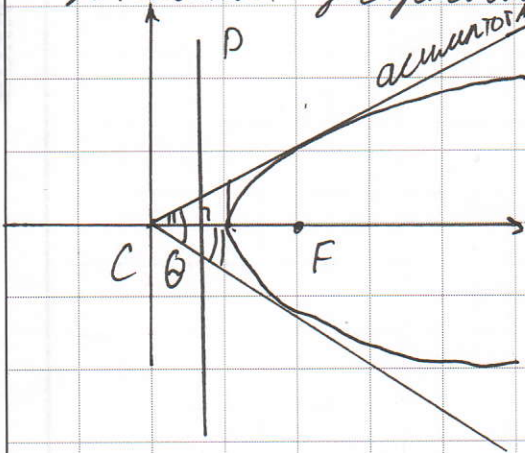


1) Дина могла добавить обращение к рисунку. Коее тело, движась по спирали сближается, пересекает эллиптическую орбиту (3 сентября), продолжает двигаться к Земле, второй раз пересекает эллиптическую и удаляется. Точка там точки "сближения" и "удаления", не сближаются друг к другу  $\Rightarrow$  можно сделать вывод, что орбита тела не эллипс и  $e \neq 1$ , а при этом указать, что это некий промежуточный <sup>объект</sup> объект.

$e > 1 \Rightarrow$  орбита представляет собой гиперболу. Давайте определим угол размаха гиперболы. Через карту созвездий и рисунок ногги масштаба Ориона  $\approx$  на карте

1,3 см  $\approx 18^\circ$ , а на фрагменте 18 см  $\approx 18^\circ$ . Угол  $\theta$  между точками асимптотами  $\approx 7,4$  см  $\approx 74^\circ$

Запишем декартовы координаты для гиперболы:



Отсюда  $\cos \theta = \frac{a}{c} = \frac{1}{e} \Rightarrow$

$e = \frac{1}{\cos(\frac{\theta}{2})}$ . Отсюда мы покажем  $e$  орбиты:

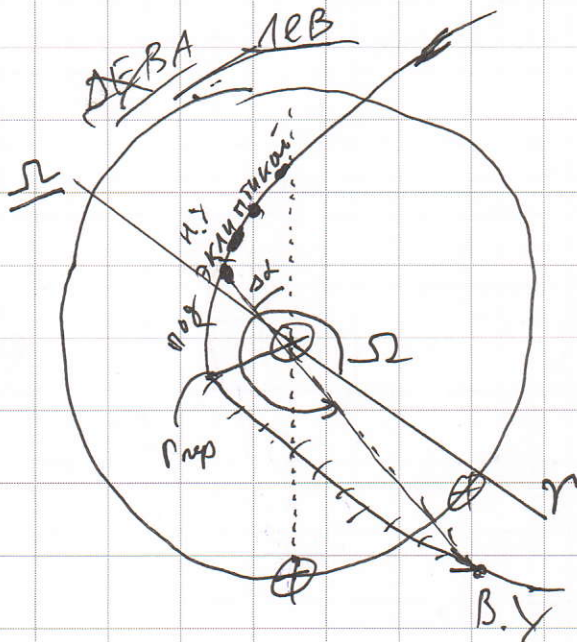
$e = \frac{1}{\cos(\frac{74^\circ}{2})} = \frac{1}{\cos(37^\circ)} \approx \frac{1}{\cos(40^\circ)} \approx \frac{1}{0,8} \approx$

$\approx 1,25$ ;  $e = 1,25$

Да, как мы и ожидали, орбита гиперболическая



2) Из орбиты так же можно заметить, что эклиптическая широта объекта со временем уменьшается до пересечения с эклиптикой 03.09.2017г. => Период пересечения в эту дату узлы своей орбиты, а так как эклиптическая широта уменьшалась, то этот узел нисходящий. Для определения долготы восходящего узла орбиты определим прямое восхождение нисходящего узла:  
 Вид с сев. пол. эклиптики: Узлы <sup>летат</sup> пройдёт



это на одной линии с Солнцем.

На 03.09 Солнце имеет прямое восхождение  $d_{\odot} \approx 12^h - 29.4^m \approx 11^h$  и склонение  $\delta_{\odot} \approx 8^{\circ}$

Прогнозит через  $d$  Льва => Точка нисходящего узла

проходит в  $\approx 8^{\circ}$  от солнца => Долгота восходящего узла

$$\Omega = 360 - \Delta \lambda = 360^{\circ} - 19.4^m - 8^{\circ} \approx 330^{\circ}$$

$$\boxed{\Omega = 330^{\circ}}$$



3) Ответ на орбите, на увеличивающихся расстояниях становится спиралью, но если бы вы не переобитали, то спираль бы была из-за увеличения Земли по своей орбите. Сделали ~~ошибку~~ <sup>исходные</sup> приближение. Полагаю, что с удалением от Солнца скорость будет падать, но к бесконечности объект будет двигаться равномерно.

Выводы по курсу Эммануэля в 2019 г.  $\approx 1,1 \text{ а.е.}$  на орбите  $\Rightarrow \gamma_c = \frac{1,1 \text{ а.е.} \cdot 1 \text{ а.е.}}{2} \approx \frac{11^\circ}{2} = 5,5^\circ = \frac{1 \text{ а.е.}}{r_{\text{жк.}}}$

Переведем в радианы:  $\frac{5,5}{57,3} = \frac{a \text{ а.е.}}{r_{\text{а.е.}}} \approx \frac{5,5}{55} = \frac{1}{10} \Rightarrow$

$r = 10 \text{ а.е.}$  в 2019 году

В 2020 г.  $\gamma_c$  уменьшилась в 1,5 раза  $\Rightarrow$

$r = 10 \text{ а.е.} \cdot 1,5 = 15 \text{ а.е.}$  За год среднюю скорость можно принять за скорость на апоноктике

$$\Rightarrow v_{\infty} = v_{\text{гр}} = \frac{1r}{1 \text{ год}} = \frac{15 \cdot 1,5 \cdot 10^8 \text{ км}}{365 \cdot 86400 \text{ с}} \approx 24 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

По ЗСЭ для планеты:  $v_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{GM}{a} \sqrt{\frac{1+e}{e-1}}}$

$$\frac{M v_{\text{пер}}^2}{2} - \frac{GMm}{r_{\text{пер}}} = \frac{M v_{\infty}^2}{2} + 0; \quad r_{\text{пер}} = a(e-1)$$

$$\Rightarrow \frac{GM(1+e)}{2a(e-1)} - \frac{GM}{a(e-1)} = \frac{v_{\infty}^2}{2} \Rightarrow \frac{GM}{2a(e-1)} (1+e-2) = \frac{v_{\infty}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{2GM}{v_{\infty}^2(e-1)} = \frac{2 \cdot 1,25 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{24000^2 \cdot 0,25} \approx \frac{2,5 \cdot 6,67 \cdot 10^{13}}{24^2 \cdot 0,25}$$

$$= \frac{10 \cdot 6,67 \cdot 10^{13}}{24^2} = \frac{66,7 \cdot 10^{13}}{574} = \frac{13 \cdot 667 \cdot 10^{12}}{574} = \frac{667 \cdot 10^{12}}{574 \cdot 150} \text{ а.е.} \approx$$

~~$\approx 1,1$~~



$$\frac{GM}{a(e-1)} \left( \frac{1+e}{2} - 1 \right) = \frac{v^2}{a} \Rightarrow a = \frac{2GM \left( \frac{1+e}{2} - 1 \right)}{v^2 (e-1)} =$$

$$a = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \left( \frac{1+1,25}{2} - 1 \right)}{24^2 \cdot 10^6 \cdot (1,25-1)} = \frac{28^{14} \cdot 10^{13}}{24^2 \cdot 0,25 \cdot 8} =$$

$$= \frac{14}{574} \cdot 10^{13} \text{ м} \approx \frac{14 \cdot 10^{15}}{574 \cdot 150 \cdot 10^8} \text{ а.е.} \approx 1,6 \text{ а.е.}$$

$$\boxed{a = 1,6 \text{ а.е.}} \Rightarrow r_{\text{пер}} = a(e-1) = 1,6 \cdot 0,25 = \boxed{0,4 \text{ а.е.}}$$

$$v_{\text{пер}} = \sqrt{\frac{GM}{a}} \sqrt{\frac{1+e}{1-e}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 2,25}{1,6 \cdot 150 \cdot 10^9 \cdot 0,25}} =$$

$$= \sqrt{\frac{9 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 10^9}{116 \cdot 150}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 14}{16 \cdot 15} \cdot 10^{10}} = 10^5 \cdot 0,7 \approx \boxed{70 \frac{\text{км}}{\text{с}}}$$

$b$  - малая ось эллипса

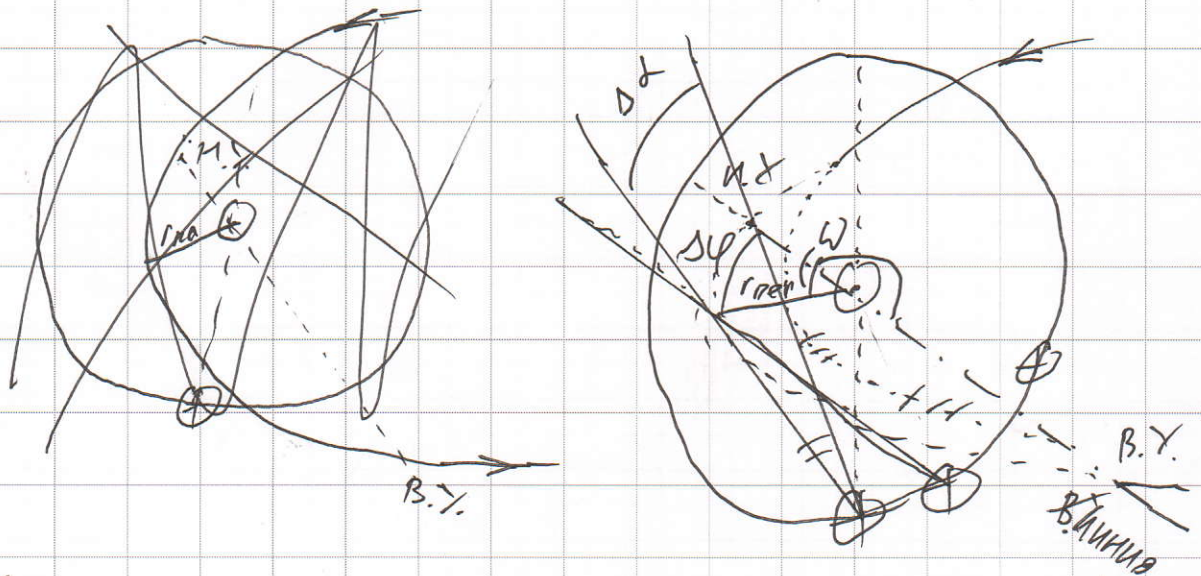
$$b = a \sqrt{e^2 - 1} = 1,6 \cdot \sqrt{1,25^2 - 1} = 1,6 \cdot \sqrt{0,5625} \text{ а.е.} =$$

$$= 1,6 \cdot 0,75 = \boxed{1,2 \text{ а.е.}}$$

4) Из фрагмента рисунка, в трехмерном пространстве точки через каждую три дня.

Из рисунка стр. 2 можно понять и по фрагменту, что только понять, что его угловая скорость в период с 12 сентября по 27 сентября минимальна, а также, что с 12 сентября объект, по относительной разнице ~~скорости~~ <sup>силы</sup> определить, как <sup>и</sup> меняется <sup>и</sup> приближается, но есть только приближение "перигелий" орбиты  $\Rightarrow$  прошло перигелий.





Из рисунка  $\omega$  - аргумент перигея  $\times 310^\circ$   
 $\omega = 180^\circ + \Delta\varphi$ ,  $\Delta\varphi$  - угол между дирекцией движения узла и направлением на перигей. С Земли расстояние угол между ними  $\Delta\alpha$ , возмозь дальние с аргумента:  
 $\Delta\alpha = 20 \text{ млн} \cdot 1^\circ \approx 20^\circ$ . Так все происходит в рамках орбиты Земли  $\Delta\alpha \approx \Delta\varphi \Rightarrow$   
 $\omega = 180^\circ + \Delta\alpha \approx 200^\circ = 180 - 40 = 140^\circ$

Для планеты  $i$  в среднемной со. ун наблюдатели на Венере:

$$e = 1,25$$

$$\Omega = 330^\circ$$

Ответ:

$$a = 1,6 \text{ а.е}$$

$$r_{\text{пер}} = 0,4 \text{ а.е}$$

$$v_{\text{пер}} = 70 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

$$b = 1,2 \text{ а.е}$$

$$\omega = 200^\circ \text{ } 160^\circ \text{ } 140^\circ$$

