

№1. Радионетеррерометры со сверхдлинной базой (РСДБ) находятся на континентальных расстояниях на Земле. Солнечная система, движущаяся в пространстве со скоростью ~ 220 км/с, совершает полный оборот вокруг центра Галактики за ~ 240 миллионов лет.

576-1

РСДБ обнаруживают вековую абберацию, в частности, с помощью измерения положения квазаров в небе, которые удалены на очень большие расстояния от Солнечной системы.

Земля, с её континентальными расстояниями между радионетеррерометрами, настолько мала, что при расчётах можно пренебречь вековой абберацией. Эти значения можно считать с собственными движениями квазаров, настолько они малы. Но, всё же, разница составляет 4-7 микросекунд в год, что и является признаком вековой абберации. Вековую абберацию можно заметить за год, но эти значения (4-7 мкс) могут быть перешироены или являться соответствием движениям квазаров. Даже годичная абберация, составляющая $20,5''$ в год, достаточно мала. Такие эффекты, вековую абберацию можно заметить за 6 год, но для большей достоверности за объектами нужно наблюдать несколько десятков лет или миллионы, а лучше несколько столетий или тысяч лет.

№2.
 $m = 4^m$
 $r = 100$ пк
 $T = 15000$ К
 $M = 5 M_{\odot}$
 $M_{\pi} = -1,5^m$
 $v = 200$ км/с
 $\Delta R = ?$

можно определить абсолютную звездную величину звезды:

$$M = m + 5 - 5 \lg r$$

$$M = 4 + 5 - 5 \lg 100 = 4 + 5 - 5 \cdot 2 = -1^m$$

Далее применим тригонометрическую поправку:

$$M_{\sigma} = M + M_{\pi} = -1,5^m - 1^m = -2,5^m$$

Так, тригонометрическая звездная величина звезды равна $-2,5^m$

Затем воспользуемся формулой Лессона для сравнения спектра и светимости этой звезды с характеристиками Солнца:

$$\frac{E}{E_{\odot}} = \frac{L}{L_{\odot}} = 10^{0,4(M_{\odot} - M_{\sigma})} ; \frac{L}{L_{\odot}} = 10^{0,4(4,8 + 2,5)} = 10^{7,92} \approx 1000 \text{ раз}$$

С помощью формулы светимости $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ сравним радиус этой звезды с радиусом Солнца:

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \frac{R^2}{R_{\odot}^2} \cdot \frac{T^4}{T_{\odot}^4}$$

$$\left(\frac{R}{R_{\odot}}\right)^2 = \frac{1000}{\left(\frac{15000}{5500}\right)^4}$$

$$\left(\frac{R}{R_{\odot}}\right)^2 = \frac{1000}{(2,6)^4} \approx 21,7$$

$$\frac{R}{R_{\odot}} \approx 4,5$$

1000 | 46
 - 92 | 21,7

 46
 340
 - 322

 18

4,5
 4,5

 225
 100

 10,25

15000 | 5500
 - (1600) 2,586

 34000
 - 29000

 50000
 - 46400

 36000

2,6 · 2,6 = 6,76
 2,6 · 2,6 = 6,76

 156
 52

 6,76 4056

 45,6976

Из-за разницы между электростатической и гравитационной энергией звезды запишем закон сохранения энергии:

576-2

$$\frac{v^2}{2} - \frac{GM}{R-\Delta R} = -\frac{GM}{R}$$

$$\frac{GM\Delta R}{R^2} = \frac{v^2}{2}$$

$$\frac{GM}{R-\Delta R} = \frac{GM}{R} + \frac{v^2}{2}$$

$$\Delta R = \frac{v^2 R^2}{2GM}$$

$$\frac{GM}{R-\Delta R} - \frac{GM}{R} = GM \left(\frac{1}{R-\Delta R} - \frac{1}{R} \right) =$$

Отсюда найдем ΔR :

$$= GM \left(\frac{R - R + \Delta R}{R(R-\Delta R)} \right) = \frac{GM \Delta R}{R^2 - \Delta R R} \approx$$

$$\Delta R = \frac{200 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 4,5 \cdot 4,5 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 10^{12}}{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^{30}} =$$

$$\approx \frac{GM\Delta R}{R^2}, \text{ т.к. } R^2 \gg \Delta R R$$

$$= \frac{4 \cdot 10^4 \cdot 20 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 10^{16} \cdot 10^6}{4 \cdot 5 \cdot 6,67 \cdot 10^{19}} = \frac{4 \cdot 49 \cdot 10^7}{6,67} =$$

Ответ. 300 000 км

$$\Delta R = 300 000 \text{ км}$$

$$= \frac{1960 \cdot 10^6}{6,67} \approx 300 \cdot 10^6 = 300 \cdot 10^3 \text{ км}$$

№3.

$$E_{\varphi} = h \nu$$

$$E_{\varphi} = 800 \text{ эВ}$$

$$\nu = \frac{E_{\varphi}}{h}$$

$$\omega = \frac{\nu}{R}$$

Найдем ω :

$$M = 1,4 M_{\odot}$$

$$R = 10 \text{ км}$$

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}, \text{ где } \omega \text{ — угловая частота}$$

$$\omega = \frac{6,28 \cdot 800 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} =$$

$$\frac{\omega}{2\pi} = \frac{E_{\varphi}}{h}; \quad \omega = \frac{2\pi E_{\varphi}}{h}$$

$$= \frac{6,28 \cdot 1,6 \cdot 8 \cdot 10^{-17}}{6,6 \cdot 10^{-34}} = 1,6 \cdot 8 \cdot$$

Запишем II закон Ньютона для шарика:

$$F_n - F_g = m\omega^2 R$$

$$q\omega R B - \frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R$$

$$q\omega R B - \frac{GMm}{R^2} = \frac{m\omega^2 R^2}{R}$$

$$q\omega R^2 B - GMm = m\omega^2 R^2$$

Выразим B :

$$B = \frac{m\omega^2 R^2 + GMm}{q\omega R^2}$$

$$B = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 1,3 \cdot 10^{18} \cdot 1,3 \cdot 10^{18} \cdot 10^4 \cdot 10^4 + 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,4 \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 9 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,3 \cdot 10^{18} \cdot 10^4 \cdot 10^4} =$$

$$= \frac{9 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 10^{13} + 6,67 \cdot 1,4 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 1,3 \cdot 10^{-4}} = \frac{15 \cdot 10^{13} + 210 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 1,3 \cdot 10^{-4}} =$$

$$= \frac{15 \cdot 10^{13}}{2 \cdot 10^{-4}} \quad (210 \cdot 10^{-12} \rightarrow 0, \text{ пренебрегаем}) = 7,5 \cdot 10^{17} = 75 \cdot 10^{23} \text{ Тл}$$

это огромное значение даже для поверхности нейтронной звезды, поэтому приведем другое решение:

$$q\omega R B = m\omega^2 R$$

$$q\omega B = m\omega^2$$

$$q\omega R B = m\omega^2 R$$

$$qB = m\omega$$

$q_B = m\omega$
 $B = \frac{m\omega}{q}$

$B = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 1,3 \cdot 10^{18}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{12 \cdot 10^{-13}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{12}{1,6} \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^6 \text{ Тл}$

Ответ: $75 \cdot 10^{23} \text{ Тл}$ (маловероятно), поэтому $8 \cdot 10^6 \text{ Тл}$

N4.

$a = 0,25 \text{ а.е.}$
 $e = 0,6$
 $\alpha = 33^\circ$
 $\varphi = ?$
 $r = ?$

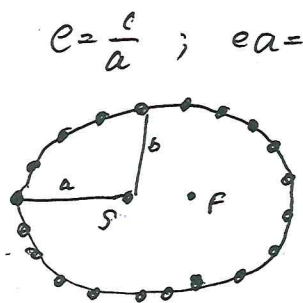


рис. 1
 примерное расположение КА и его орбиты относительно Солнца (S)

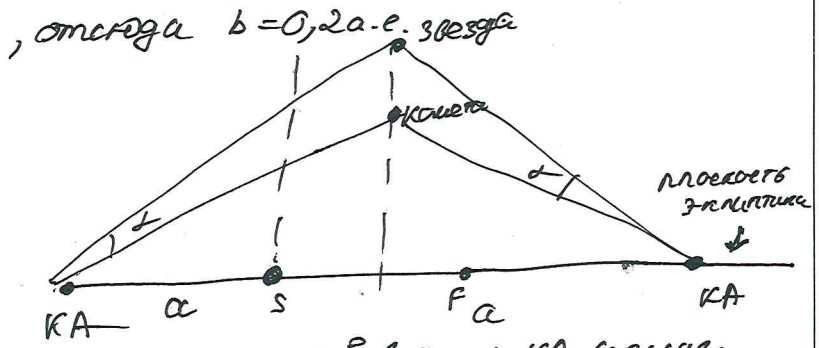


рис. 2
 примерный вид на КА, Солнце, комету (K) и звезду (Z) с одной из сторон (видны большие полуоси)

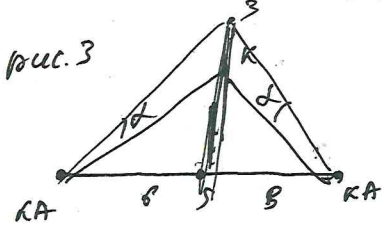


рис. 3
 примерный вид на КА, Z, S и K с другой стороны (видны малые полуоси)

Комета и звезда не могут находиться в плоскости эклиптики, иначе угол между ними не будет одинаковым и равным 33° .

Вероятнее всего, для КА звезда находится на осях большой полуоси, но она некого наклона от перпендикуляра к эклиптике, проходящего через Солнце, как видно на рисунке 2.

Комета расположена гораздо ближе, так как углы в 33° не являются малыми.

Рассмотрим другие рисунки:

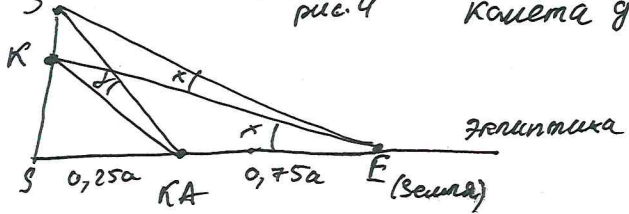


рис. 4
 Комета достаточно далеко от эклиптики, чтобы пренебречь разницей между a и b.

Угол $\angle ECK = \angle X$ и приблизительно равен $\angle KES = \angle X$.

Из пропорциональности Δ -ров получаем, что $\angle X \approx 11^\circ$, тогда $2\angle X \approx 20^\circ$.

$2\angle X = \angle \varphi = 20^\circ$ - это и есть эклиптическая широта звезды (если смотреть с Земли)

Найдем расстояние от Солнца до кометы:

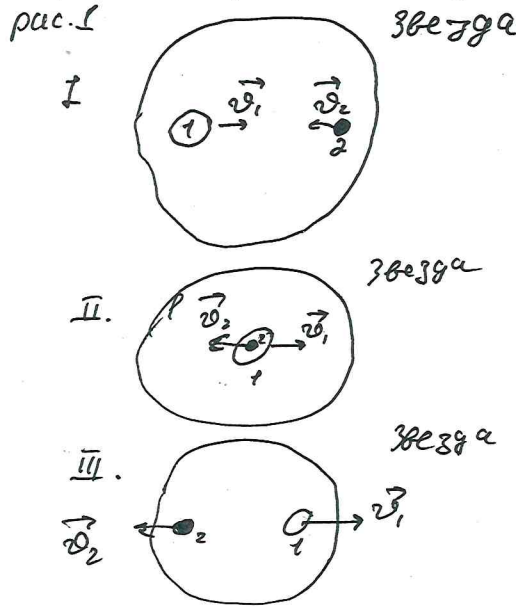
$\sin 10^\circ \approx \text{tg } 10^\circ \approx \frac{r}{1 \text{ а.е.}}$

$r = 1 \text{ а.е.} \cdot \text{tg } 10^\circ \approx 0,17 \text{ а.е.}$

Ответ: $\varphi = 20^\circ$; $b = a, 3 \text{ а.е.}$

NS.
 GRV как Солнце
 $T = 5800 \text{ K}$
 $M \approx M_{\odot}$
 $L \approx L_{\odot}$
 $t_1 = 3 \text{ часа}$
 $t_2 = 2 \text{ мин}$
 $E_{\min} = 0,97 E$
 $E_{\max} = 0,98 E$

Рассмотрим ситуацию, когда объект 1 - транзитная планета, а объект 2 - вторая планета, которая тоже проходит по диску звезды:



Тогда транзит 2 планеты по диску 1 планеты составит этот максимальный максимум, продолжаясь 2 минуты. (или наоборот, разницы нет) Определим фазовые характеристики планет из данных в условии:

$$\frac{E_{\min}}{E} = 0,97 ; \Rightarrow \frac{R_{\text{офе}}^2}{R_{\text{зв}}^2} = 1 - 0,97$$

$$\sqrt{\frac{R_{\text{офе}}^2}{R_{\text{зв}}^2}} = \sqrt{0,03}$$

$$\frac{R_{\text{офе}}}{R_{\text{зв}}} \approx 0,02 , \Rightarrow$$

$$R_{\text{офе}} = 0,02 \cdot 700 \cdot 10^3 = 14000 \text{ км}$$

Вместо планеты 2 звезда 2 быть не могла, иначе максимальной темп. не достигалась бы значительно больше, чем 2 минуты, поэтому в своем решении я рассматриваю транзит 2-х планет.

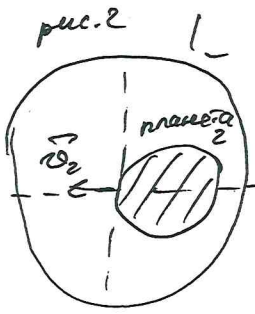
Теперь найдем радиус 1 планеты, при этом 1 планета обязательно объект 2, и, вероятнее всего, первая планета движется быстрее и расположилась к звезде ближе, как это будет видно из дальнейшего решения:

$$\frac{R_1}{R} = \sqrt{0,02} \approx 0,014$$

$$R_1 = 0,014 R = 10000 \text{ км}$$

Отсюда $R_2 = 4000 \text{ км}$.

Планета 2 прошла по диску 1 (или за диском 1) 3-я 2 минуты, а благодаря R_1 и R_2 можем найти v_2 :



Найдем скорость первой планеты:

$$v_1 = \frac{140000}{3 \cdot 3600} = \frac{14000}{108} \approx$$

$$\approx 140 \text{ км/с}$$

$$v_2 = \frac{10000}{120 \text{ сек}} = 100 \text{ км/с}$$

скорость второй планеты, проходящей по диску 1, $\Rightarrow v_{12} < v_1$, тогда вторая планета движется в ту же сторону, что и 1. А ее скорость $v_2 = 40 \text{ км/с}$. Так, ее транзит продолжался бы больше 3 часов, но, видимо, она достаточно мала, чтобы не вызвать блеска звезды (но во время транзита через 1 планету планета 2 вливает блеск звезды, \Rightarrow противоречие) \Rightarrow (я неправильно определил скорости) наверное