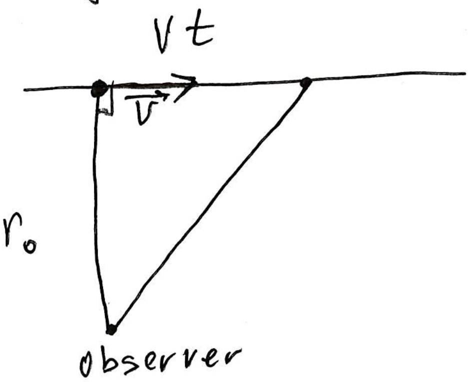
166 коз



Задача 1.

Все численные подстановки расписаны внизу ↓

Рисунок:




1) Поскольку ~~собствен~~ лучевая скорость звезды в данный момент равна нулю, она находится на минимально возможном расстоянии от Солнца и летит перпендикулярно направлению на него.

$r_0 = 30$ пк $\quad \mu_0 = 0{,}5''/год$

2) Тангенциальная скорость звезды в настоящий момент:

$$V_\tau\left[\frac{км}{с}\right] = \underset{[пк]}{r_0} \cdot \underset{[''/год]}{\mu_0} \cdot 4{,}74 = 30 \cdot 0{,}5 \cdot 4{,}74 \approx 71{,}1 \frac{км}{с}$$

3) Заметим, что тангенциальная скорость звезды в настоящий момент равна ее полной скорости, поскольку

$$V^2 = V_\tau^2 + V_r^2, \ \boxed{V_r = 0} \rightarrow \boxed{V_\tau = V}$$

Следовательно, полная пространственная скорость звезды

$$\boxed{V = 71{,}1 \text{ км/с}}$$

4) В ~~начестве~~ качестве длины волны центра видимого диапазона возьмем $\lambda_0 = 5500$ Å.

Классический (нерелятивистский, тк звезда 100% не приобретет никогда скорость хотя бы 0,1 c) эффект Доплера:

$$\frac{V_r}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \qquad \left(R = \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda} - \text{разрешение спектрографа}\right)$$

$$V_{r\,min} = c\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = c \cdot \frac{0{,}1 \text{ Å}}{5500 \text{ Å}} \approx c \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-5} = 3 \cdot 10^5 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-5}\left[\frac{км}{с}\right] = \boxed{\approx 5{,}4 \frac{км}{с}}$$

↑ минимальная лучевая скорость, которую можно зафиксировать с этим прибором.

больше можно фиксировать.

Вычисления

2) $30 \cdot 0{,}5 \cdot 4{,}74 = 15 \cdot 4{,}74 = 71{,}1$ км/с [км/с] [км/с]

$$\begin{array}{r} \times\ 4{,}74 \\ 15 \\ \hline 2370 \\ 474\phantom{0} \\ \hline 71{,}10 \end{array}$$

4) $\dfrac{0{,}1}{5500} = \dfrac{1}{55000} \approx \dfrac{1}{50000} = $ ~~0,0002~~

~~0,0002, × 5 · 10⁴ = 2~~

$\dfrac{1}{5 \cdot 10^4} = 0{,}2 \cdot 10^{-4} = 2 \cdot 10^{-5}$

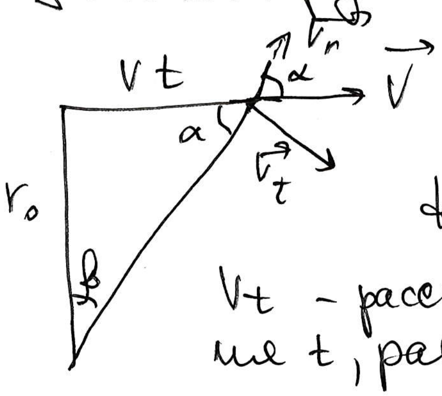
$3 \cdot 10^5 \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-5}$

166 Код



Задача 1. Продолжение.

5)



$tg\,\alpha = \dfrac{r_0}{Vt} = ctg\,\beta = \dfrac{1}{tg\,\beta}$

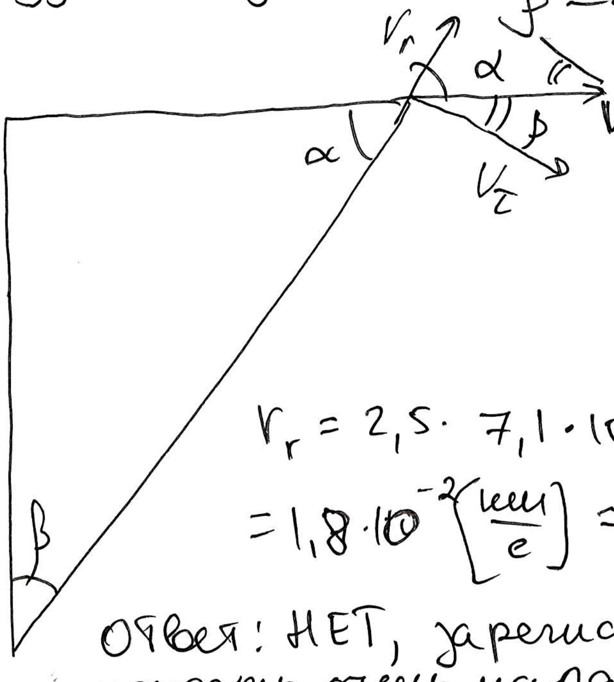
$tg\,\beta = \dfrac{Vt}{r_0}$ угол $\beta$ видно будет очень мал.

$Vt$ – расстояние, которое пройдет звезда за время $t$, равное 100 лет.

$$tg\,\beta = \frac{71{,}1 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365{,}25 \cdot 100\ км}{30 \cdot 1{,}496 \cdot 10^8 \cdot 206265\ км} = \frac{71{,}1 \cdot 3{,}15 \cdot 10^7 \cdot 10^2}{3 \cdot 10 \cdot 1{,}496 \cdot 10^8 \cdot 2{,}06 \cdot 10^5} =$$

$$= \frac{7{,}11 \cdot 3{,}15 \cdot 10^8 \cdot 10^2}{3 \cdot 1{,}5 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^8 \cdot 10^5} = \frac{7{,}11 \cdot 3{,}15}{3 \cdot 1{,}5 \cdot 2 \cdot 10^4} = \frac{22{,}4}{9 \cdot 10^4} \simeq 2{,}5 \cdot 10^{-4}$$

$tg\,\beta$ мал $\Rightarrow \beta$ мал: $\beta \simeq 2{,}5 \cdot 10^{-4}$ радиан. $\approx tg\,\beta = \sin\beta$.



Заметим, что $V_r = V\sin\beta$

В нашем случае в силу малости $\beta$:

$\boxed{V_r = \beta V.}$ $\beta$ в радианах

$V_r = 2{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 71{,}1\ [\frac{км}{с}]$

$V_r = 2{,}5 \cdot 7{,}1 \cdot 10^{-3}\ [\frac{км}{с}] = 17{,}5 \cdot 10^{-3} [\frac{км}{с}] =$

$= 1{,}8 \cdot 10^{-2} [\frac{км}{с}] \simeq 0{,}018\ \frac{км}{с} \simeq 18\ \frac{м}{с}. < V_{r\,min}.$

Ответ: НЕТ, зарегистрировать не удастся, т.к скорость очень мала

---

Вычисления:

5) $24 \times 36$: 144, 72, 864

$365{,}25 \times 86400$: 146100, 219150, 292200, 31557600,00 $\approx 3{,}15 \cdot 10^7$ сек

86400

~~3600~~ 2'

~~365,25 × 86400~~

$3{,}15 \times 7{,}1$: 315, 2205, 22365

~~3,1~~

$2{,}5 \times 7 = 17{,}5$

$\dfrac{22{,}4}{9} = \dfrac{18 + 4{,}4}{9} = \approx \dfrac{18 + 4{,}5}{9} = 2 + 0{,}5$

166 код

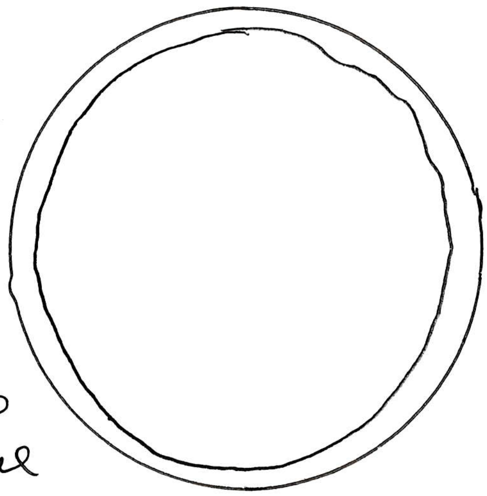
лист 3 из 14

Задача №4.

~~Вели~~ 1) Земля проходит перицентр своей орбиты как раз примерно в даты, когда был обнаружен ~~Апон~~ астероид. Но все-таки есть ощущение, что учитывать эксцентричность орбиты Земли не нужно.

2) Рисунок (масштаб даже близко не соблюден):

(Это орбиты, которые вообще-то круговые).

Поскольку синодический период астероида меньше одного года, можно сразу сказать, что он обращается вокруг Солнца в том же направлении, что и Земля.

3)

2003 — максимальное сближение, а значит, нижнее соединение астероида.

2097 — аналогично. Промежуток времени между этими соединениями:

94 года и 6 месяцев, т.е. 94,5 лет. $= S$

Влияние грав поле Земли, кажется, разумно не учитывать.

4)

Синодическое уравнение:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$$

$$\frac{1}{94{,}5} = \frac{1}{T_{ас т}} - \frac{1}{1{,}00}$$

$$\frac{1}{94{,}5} = \frac{1{,}00 - T_{аст}}{T_{аст}}$$

$$94{,}5 = \frac{T_{аст}}{1{,}00 - T_{аст}}$$

$$\cancel{\frac{1}{94{,}5} = \frac{1{,}00 - T_{аст}}{T_{аст}}}$$

$$\cancel{94{,}5\,T_{аст} = 1{,}00 - T_{аст}}$$

$$94{,}5 - 94{,}5\,T_{аст} = T_{аст}$$

$$94{,}5 = 95{,}5\,T_{аст}$$

$$\frac{945}{955}\,[\text{лет}] = T_{аст}$$

Задача №4. Продолжение

5)

В соответствии с III законом Кеплера (Упрощенным):

$$\left(\frac{945}{955}\right)^{\frac{2}{3}} = a_{аст.}$$

Понятно, что вычислить это вручную без калькулятора несколько проблематично.

$$\cancel{1-a_{аст} = 1-\left(\frac{945}{955}\right)^{2/3}}$$

$$\left(\frac{945}{955}\right)^{2/3} = \left(\frac{955-10}{955}\right)^{2/3} = \left(1-\frac{10}{955}\right)^{2/3}$$

Эту штуку можно разложить в ряд Тейлора.

Если разложить выражение вида $(1+x)^n$ в ряд Тейлора, получим $1+nx$. $x=\frac{10}{955}$, оно мало. Значит, можно так сделать.

$$\left(1-\frac{10}{955}\right)^{2/3} = 1-\frac{2}{3}\cdot\frac{10}{955} = 1-\frac{20}{3\cdot 955}$$

$\frac{20}{3\cdot 955}$ считаем в столбик (внизу), получаем $\simeq 0{,}0069 = 0{,}007$

Откуда большая полуось орбиты астероида

$$\boxed{a_{аст} = 1-0{,}007 = 0{,}993 \text{ а.е}} \quad (\pm 0{,}001)$$

Ответ: $(0{,}993 \pm 0{,}001)$ а.е

---

Вычисление.

$\frac{20}{3\cdot 955}$

$955 \times 3 = 2865$

$\frac{20}{2865} = \frac{4}{573}$

$\frac{2865}{5} = \frac{2000+800+60+5}{5} = 400+160+12+1 = 573$

$4{,}0000 : 573 = 0{,}0069$

$40$, $400$, $4000 - 3438 = 562$

$573 \times 7 = 4011$

$573 \times 6 = 3438$

166 кор



Задача №2. Обозначения: ⚠

Пусть M – масса звезды
T – эффективн. температура звезды
R – радиус звезды
g – грав. ускорение на пов-ти звезды
e – эксцентриситет орбиты планеты
a – большая полуось орбиты планеты
μ – абсолютная звездная величина звезды ⚠ (потому что M уже занято)
L – светимость звезды

1) $g = \frac{GM}{R^2}$ грав. ускорение на пов-ти звезды G – грав. постоянная

2) $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$ Закон Стефана-Больцмана σ – постоянная Стефана-Больцмана

3) Связь абсолютных звездных величин данной звезды и Солнца и их светимостей (формула Погсона по факту):

$$\frac{L}{L_\odot} = 10^{0,4(\mu_\odot - \mu)}$$

$\mu_\odot$ – абсолютная звездная величина Солнца; $\mu_\odot \simeq 4,8^m$

$L_\odot$ – светимость Солнца, $L = 3,86 \cdot 10^{26}$ Вт

$$L = L_\odot \cdot 10^{0,4(\mu_\odot - \mu)} = L_\odot \cdot 10^{0,4(4,8+0,6)} = 10^{0,4\cdot 5,4} \cdot L_\odot$$

$$\boxed{L = 160 L_\odot}$$

4) Зная светимость и температуру звезды, находим ее радиус:

~~$160 \cdot 3,86 \cdot 10^{26} = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \sigma \cdot (3,4 \cdot 10^3)^4$~~

~~$R = \sqrt{\frac{160 \cdot 3,86 \cdot 10^{26}}{4\pi\sigma(3,4 \cdot 10^3)^4}} = \frac{1}{2(3,4 \cdot 10^3)^2}\sqrt{\frac{160 \cdot 3,86 \cdot 10^{26}}{\pi\sigma}}$~~

звезда красная и явно очень большая.

Лучше всего сравнить звезду с Солнцем напрямую:

$160 \cdot 4\pi R_\odot^2 \sigma T_\odot^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4$

$160 R_\odot^2 T_\odot^4 = R^2 T^4$

чтобы избежать констант типа σ и бессмысленных вычислений.

---

Вычисления:

3) $10^{0,4\cdot 5,4} \simeq 10^{2,2} = 10^{2+0,2} = 10^2 \cdot 10^{0,2} = 100 \cdot 1,6 \simeq 160$

$5,4 \times 0,4 = 2,16$ $1,5^2 = 2,25$ $1,6^2 = 2,56$ $10^{0,2} = \sqrt{2,512} \simeq 1,6$

Задача №2. Продолжение.

$$R^2 = \frac{160 R_\odot^2 T_\odot^4}{T^4} \Rightarrow R = \frac{R_\odot T_\odot^2}{T^2}\sqrt{160} = R_\odot\left(\frac{T_\odot}{T}\right)^2\sqrt{16\cdot 10}$$

$$R = R_\odot\cdot\left(\frac{5850}{3400}\right)^2\cdot 4\sqrt{10} = R_\odot\cdot(1{,}7)^2\cdot 4\sqrt{10} \approx R_\odot\cdot(1{,}7)^2\cdot 4\cdot 3{,}16 =$$

$$\approx 2{,}9\cdot 4\cdot 3{,}2\cdot R_\odot \approx 9{,}3\cdot 4 R_\odot = (36+1{,}2)R_\odot \approx \boxed{37 R_\odot}$$

5) Зная радиус, можем найти массу:

$$g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow M = \frac{gR^2}{G}$$

В массах Солнца:

$$\frac{M}{M_\odot} = \frac{gR^2}{GM_\odot} = \frac{0{,}7\cdot(37R_\odot)^2}{6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}} = \frac{0{,}7\cdot 37^2 R_\odot^2}{6{,}7\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}} =$$

$$= \frac{\cancel{7}\cdot 10^{-1}\cdot 37^2 R_\odot^2}{\cancel{7}\cdot 10^{-11}\cdot 2\cdot 10^{30}} = \frac{37^2 R_\odot^2}{10^{-10}\cdot 2\cdot 10^{30}} = \frac{37^2 R_\odot^2}{2\cdot 10^{20}} =$$

$$= \frac{37^2\cdot(7\cdot 10^8)^2}{2\cdot 10^{20}} = \frac{1370\cdot 49\cdot 10^{16}}{2\cdot 10^{20}} = \frac{1{,}4\cdot 10^3\cdot 5\cdot 10^1\cdot 10^{16}}{2\cdot 10^{20}} =$$

$$\cancel{= \frac{7\cdot 10^{14}}{2\cdot 10^{20}} = 3{,}5\cdot 10^{-6}} = \frac{7\cdot 10^{20}}{2\cdot 10^{20}} = 3{,}5$$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{M = 3{,}5 M_\odot}$$

---

Вычисления:

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 37 \\ \hline 259 \\ 111\phantom{0} \\ \hline 1369 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 37 \\ \times 3 \\ \hline 111 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 37 \\ \times 3 \\ \hline 111 \end{array}$$

$$\cancel{\frac{37}{55}} \qquad \cancel{55} \qquad \frac{37+17}{37} = 1+0{,}5$$

$$\begin{array}{r|l} 3700 & 55 \\ \hline -370 & 0{,}67 \\ -330 & \\ \hline 400 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} 55 \\ \times 6 \\ \hline 330 \end{array}$$

166 Коз



Задача №2. Продолжение. б)

III закон Кеплера для этих планеты и звезды:

$$4\pi^2 a^3 = GMT^2$$

III закон Кеплера для Солнца и Земли:

$$4\pi^2 a_{\oplus}^3 = GM_{\odot}T_{\oplus}^2$$

Делим одно на другое и получаем:

$$\frac{a^3}{a_{\oplus}^3} = \frac{MT^2}{M_{\odot}T_{\oplus}^2}; \quad \left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^3 = 3{,}5\left(\frac{73}{365{,}25}\right)^2$$

$$\left(\frac{a}{a_{\oplus}}\right)^3 = 3{,}5\left(\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{3{,}5}{25} = 0{,}17$$

$\Downarrow$

$$a\,[ае] = \sqrt[3]{0{,}17} = 0{,}55 \text{ а.е.}$$

Радиус звезды в астрономических единицах:

$$\frac{R}{ае} = \frac{37R_{\odot}}{ае} = \frac{37\cdot 7\cdot 10^5}{1{,}5\cdot 10^8} = \frac{37\cdot 4{,}7}{10^3} \approx \frac{174}{10^3} \approx 0{,}18$$

$\boxed{R \approx 0{,}18 \text{ а.е.}}$ Максимальный возможный эксцентриситет орбиты планеты должен удовлетворять условию: Радиус звезды не больше перицентрического расстояния планеты.

---

Вычисления

$\frac{73}{365}$

$\frac{250}{35} = \frac{50}{7} = 7$

$0{,}6\times 0{,}6\times 0{,}6 = $

$\frac{365}{73}$ | $36 \times 6 = 216$

$\frac{365}{73} \approx$

$3{,}5 \times 7$

$37 \times 4{,}7$: $259 + 148 = 173{,}9$

$\sqrt[3]{0{,}17} \approx$

$0{,}5\times 0{,}5\times 0{,}5 = 0{,}125$

$\approx 0{,}17^{1/3}$

$73 \times 5 = 365$

$1{,}5 \times 4{,}0$: $+ 80$, $60$

$4{,}6$

166 код



Задача №2 Продолжение.

Предельный случай, соответствующий $e_{max}$:

$a(1-e_{max})=R$

$0,55(1-e_{max})=0,18 \rightarrow e_{max}=\frac{37}{55}$

$e_{max}=0,67$

см. лист 9

Задача №5. А - Аркадий, В - Василий

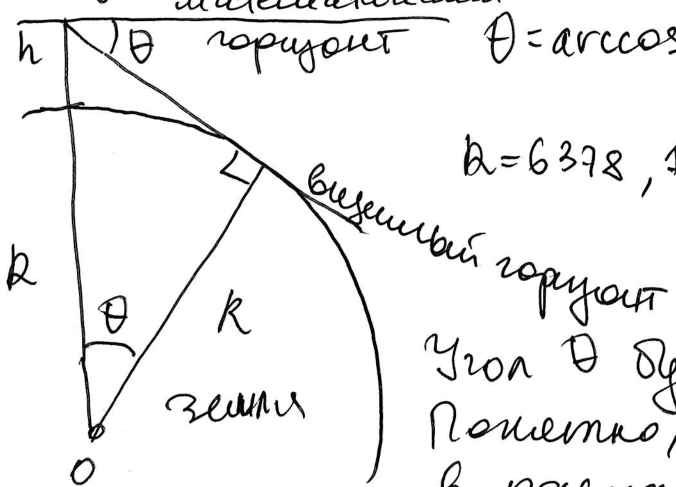
1) Раз для А объект едва выглядывает из-под горизонта в направлении юга, при этом сам А находится в Северном полушарии, значит,

1.1) Объект в верхней кульминации

1.2) Его высота $0^\circ$

Т.к. указано атмосферными эффектами пренебречь, на рефракцию все равно.

2) Найдем для начала понижение горизонта для В.




$\theta = \arccos \frac{R}{R+h}$ — понижение горизонта

$R = 6378{,}1$ км $h = 885$ м $\simeq 0{,}885$ км.

$\cos\theta = \frac{R}{R+h}$

Угол $\theta$ будет очень мал. Понятно, что $\sin\theta \simeq \theta$ ($\theta$ измеряется в радианах).

$\cos\theta = \sqrt{1-\sin^2\theta}$ — Основное тригонометрическое тождество

Разложим этот корень в ряд Тейлора:

$(1+x)^n = 1+nx$ при малых $x \to$

$\to \boxed{\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}} \to \cos\theta = \frac{2-\theta^2}{2} \to$

$\to 2\cos\theta = 2-\theta^2 \to 2\frac{R}{R+h} = 2-\theta^2$

$\theta^2 = 2 - \frac{2R}{R+h} = 2\left(1-\frac{R}{R+h}\right)$

$\theta = \sqrt{2\left(1-\frac{R}{R+h}\right)} = \sqrt{2}\cdot\sqrt{1-\frac{R}{R+h}}$ ← ~~этот корень тоже можно разложить в ряд Тейлора.~~ НЕЛЬЗЯ

166 Кед.



Задача № 5. Продолжение.

Вычисление внизу

~~$\theta = \sqrt{2} \cdot \left(1 - \frac{R}{2(R+h)}\right) = 1{,}41 \cdot \left(1 - \frac{0{,}99983}{2}\right) = 1{,}41 \cdot \frac{2 - 0{,}99983}{2} = 1{,}41 \cdot \frac{1{,}00017}{2} = 1{,}41 \cdot 0{,}50008 \approx 0{,}7$~~

~~$\sqrt{2} = 1{,}41$~~

~~$\frac{R}{R+h} \approx 0{,}99983$ (вычислено ниже)~~

$\cos\theta = 1 - \frac{\theta^2}{2}$; $\frac{\theta^2}{2} = 1 - \cos\theta = 0{,}00017$

$\theta^2 = 0{,}00034 \rightarrow \theta = \sqrt{0{,}00034} = \sqrt{3{,}4 \cdot 10^{-4}} =$

$= \sqrt{3{,}4} \cdot \sqrt{10^{-4}} = 10^{-2} \cdot \sqrt{3{,}4} \approx 1{,}85 \cdot 10^{-2}$

$\boxed{\theta = 1{,}85 \cdot 10^{-2} \text{ рад}}$ → переведем в секунды

$\theta = 1{,}85 \cdot 10^{-2} \cdot 2{,}06 \cdot 10^{5}\,''$

$\theta = 3{,}8 \cdot 10^{3}\,''$ → $\theta = \frac{3{,}8 \cdot 10^{3}}{60}\,' \approx 0{,}62 \cdot 10^{2}\,' = 60'$

Переведем в минуты

$\boxed{\theta = 60' \approx 1^\circ}$

$1{,}8 \times 1{,}8$    $1{,}9 \times 1{,}9$: 171, 19, 361

↓ Вычисление.

Вычисление:

$1{,}85 \times 2{,}06$: 1110, 370, 3811 0

885,000000 : ...

6378985 | 0,00

$\approx \frac{900}{6400000} \approx \frac{1}{7 \cdot 1000} =$

6400

$= \frac{1}{7} \cdot 10^{-3} = 0{,}17 \cdot 10^{-3} = 1{,}7 \cdot 10^{-4}$

0,00017

0,99983

$\frac{R}{R+h} = \frac{6378{,}1}{6378{,}1 + 0{,}885} = \frac{6378{,}1}{6378{,}985} = \frac{6378{,}985 - 0{,}885}{6378{,}985} =$

$= 1 - \frac{0{,}885}{6378{,}985} = 1 - \frac{885}{6378985}$    $\frac{900}{6400000} = \frac{1}{7000} = \frac{1}{7} \cdot 10^{-3} \approx 1{,}67 \cdot 10^{-3}$

166 код | Лист 11 из 14 ~~Лист 10 из~~

Задача №5. Продолжение.

3) Теперь найдем ~~максимальную~~ склонение $\delta$ светила, зная, что для наблюдателя A на широте $\varphi_1 = 62^\circ$ в верхней кульминации оно находится на высоте $0^\circ$.

$90^\circ = |\varphi_1 - \delta|$ $\quad \delta < \varphi_1 \rightarrow \quad 90^\circ = \varphi_1 - \delta \rightarrow \boxed{\delta = -28^\circ}$

4) Найдем высоту $h'_x$ светила над математическим горизонтом наблюдателя B (широта $\varphi_2 = 44^\circ$):

$$h'_x = 90^\circ - |\varphi_2 - \delta| = 90^\circ - |44^\circ + 28^\circ| = 90^\circ - 72^\circ = 18^\circ.$$

5) Поскольку понижение горизонта аддитивно, высота объекта над видимым горизонтом наблюдателя B будет складываться из модуля понижения горизонта и высоты над математическим горизонтом:

$$\boxed{h_x = |\theta| + h'_x = 18^\circ + 1^\circ = 19^\circ} \leftarrow \text{Ответ 1.}$$

6) Раньше или позже увидит объект В?

Земля:


Василий находится восточнее Ариадны, следовательно верхняя кульминация объекта, а уж тем более его восход, Василий увидит раньше Ариадны.

Насколько раньше? Кульминация у В. произойдет на $\left(\frac{12}{15}\right)^h = \frac{12 \cdot 60}{15} = 48^m$) 48 минут раньше, чем у Ариадны.

Восход на $48^m + \underbrace{[\arccos(-\operatorname{tg}\varphi_2 \operatorname{tg}\delta)]}_{3^h}$ раньше

Задача №3

Сначала все теоретические формулы.

1) Пусть светимость Антареса $L$, радиус $R$, температура $T$. Тогда по закону Стефана-Больцмана:

$$(А) \quad L = 4\pi R^2 \sigma T^4,$$ где $\sigma$ – постоянная Стефана-Больцмана

2) Освещенность $E$, создаваемая Антаресом в окрестностях Земли:

$$(Б) \quad E = \frac{L}{4\pi r^2} = \frac{4\pi R^2 \sigma T^4}{4\pi r^2} = \left(\frac{R}{r}\right)^2 \sigma T^4,$$

где $r$ – расстояние до Антареса.

3) Угловой ~~радиус~~ Антареса $\beta$: $\beta = \frac{R}{r}$ (В), угол в радианах.

Подставляем ~~(В)~~ в (Б) и получаем:

$$E = \beta^2 \sigma T^4 \quad (Г)$$

4) По формуле Погсона сравниваем освещенности, создаваемые Антаресом и Солнцем:

$$Д) \quad \frac{E}{E_\odot} = 10^{0,4(m_\odot - m)},$$ где $m_\odot$ – видимая звездная величина Солнца (не в фильтре V); $m_\odot = -26,7^m$, $m$ – видимая звездная величина Антареса; $E_\odot$ – ~~освещенность~~ освещенность, создаваемая Солнцем в окрестностях Земли; $E_\odot \approx 1360\ Вт/м^2$.

5) Подставляем (Г) в (Д) и получаем:

$$E = E_\odot \cdot 10^{0,4(m_\odot - m)} = \beta^2 \sigma T^4$$

6) Заметим, что искомый угловой размер (диаметр):

$$\boxed{\gamma = 2\beta} \quad (Е)$$

$$\beta^2 = \frac{E_\odot \cdot 10^{0,4(m_\odot - m)}}{\sigma T^4} \to \beta = \frac{10^{0,2(m_\odot - m)}}{T^2}\sqrt{\frac{E_\odot}{\sigma}}$$

Заметим, что $E_\odot = \rho^2 \sigma T_\odot^4$, где $\rho$ – угловой радиус Солнца. Это уже для красоты тоже можно подставить.

166 Код.



Задача №3. Продолжение!

$$\beta^2 \sigma T^4 = E = E_\odot 10^{0,4(m_\odot - m)}$$

$$E_\odot = \rho^2 \sigma T_\odot^4$$

$$\beta^2 \sigma T^4 = \rho^2 \sigma T_\odot^4 \cdot 10^{0,4(m_\odot - m)}$$

$$\beta^2 T^4 = \rho^2 T_\odot^4 \cdot 10^{0,4(m_\odot - m)}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\rho^2 T_\odot^4 \cdot 10^{0,4(m_\odot - m)}}{T^4}}$$

σ сокращается и мы избавляемся от лишнего счета.

Угл. радиус Солнца:

$\rho = 16'$

$\rho = \frac{16 \cdot 60}{206265}$ рад

$\rho = 16 \cdot 60''$.

$$\beta = \frac{\rho T_\odot^2}{T^2} \cdot 10^{0,2(m_\odot - m)}$$

Остается только подставить температуру Антареса $T \simeq 3500$ K, его видимую звездную величину $m \simeq 0$, температуру Солнца $T_\odot \simeq 5800$ K, его видимую звездную величину $m_\odot = -26,7^m$!

$$\beta = \frac{16 \cdot 60}{206265} \cdot \left(\frac{5800}{3500}\right)^2 \cdot 10^{0,2(-26,7-0)}$$

$$\beta'' = 16 \cdot 60 \cdot 1,5^2 \cdot 10^{-0,2 \cdot 26,7}$$

$$\beta'' = 16 \cdot 60 \cdot 2,3 \cdot \frac{1}{10^{5,34}}$$

$$\beta'' = 16 \cdot 60 \cdot 2,3 \cdot \frac{1}{10^5 \cdot 10^{0,4}}$$

$$\beta'' = 16 \cdot 60 \cdot \cancel{2,3} \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{\cancel{2,512}} = 960 \cdot 10^{-5}\,''$$

Это на самом деле вообще практически на итоговой ответ не влияет, там можно взять от −0,5 до +0,5 и получить одно и то же.

~~$\beta'' = 960 \cdot 10^{-5}$ 0,00093 0,000085 $\beta = 0$ но ...~~

$$\begin{array}{r|l} 58{,}00 & 35 \\ -35 & 1{,}5 \\ 170 & \\ 165 & \end{array} \qquad \begin{array}{r} 35 \\ \times\ 5 \\ \hline 5 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 26{,}7 \\ \times\ 0{,}2 \\ \hline 5{,}34 \end{array}$$

166 Код.



Задача №3. Продолжение

$$\beta'' = 960 \cdot 10^{-5}{}'' = 0{,}00960'' \approx 9{,}6 \text{ mas}$$

$$\gamma = 2\beta \approx 19 \text{ mas}$$