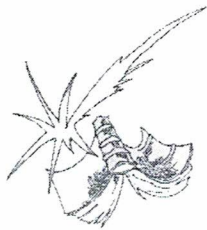


Жук-2



XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
практический тур



2020

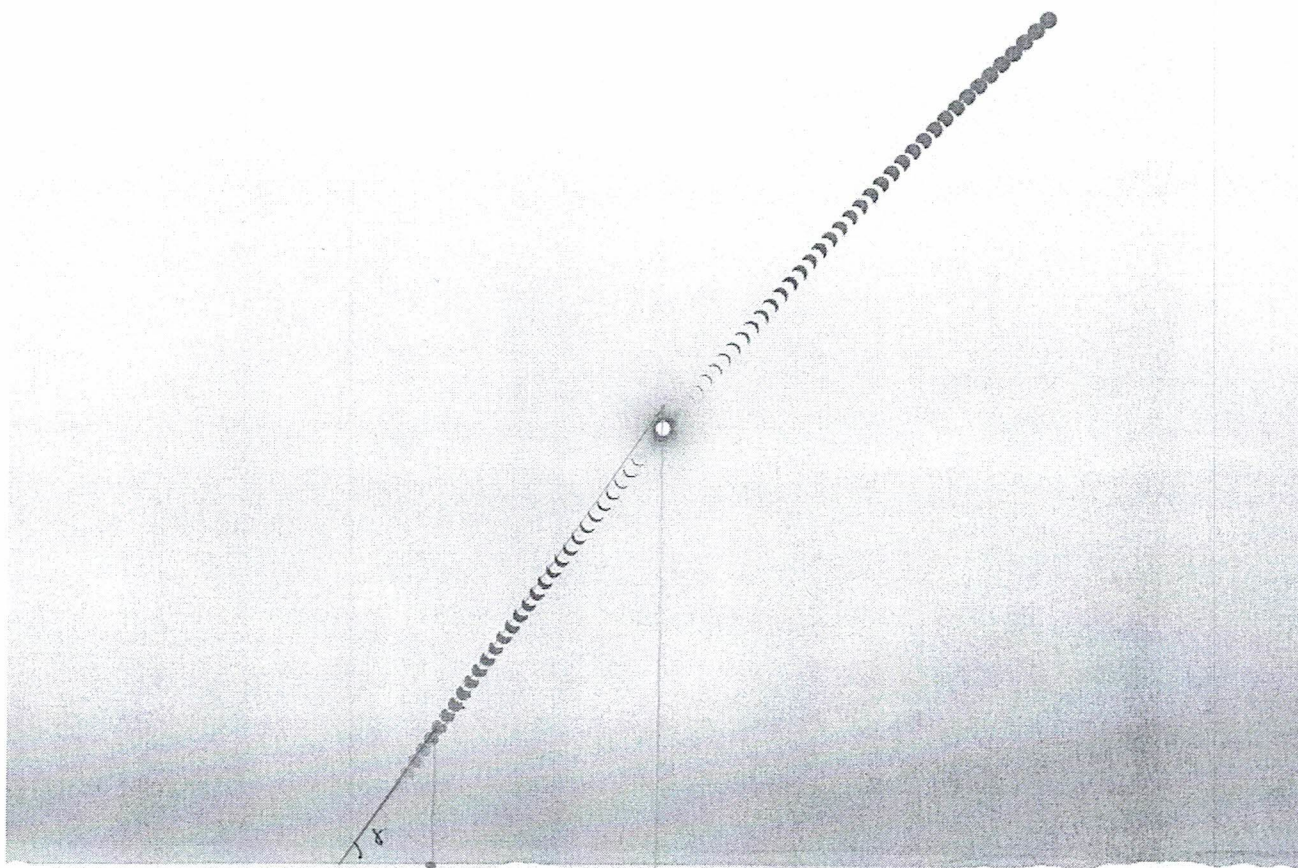
1

марта



10 класс

Вам дана серия фотографий полного солнечного затмения, наложенных друг на друга (негативов). Затмение произошло на закате Солнца 2 июля. Максимальная фаза затмения наблюдалась в 20 часов 40 минут по Всемирному времени. На фотографии видна линия горизонта. Определите как можно точнее географические координаты места наблюдения.



Решения задач и результаты олимпиады смотрите на сайте
<http://school.astro.spbu.ru>

$\cos \gamma \approx \frac{42}{74} \approx \frac{21}{37}$

Xyk-2

$\cos \gamma = \sin t \sin y$
 $\cos t = -\frac{15}{37} + \frac{15}{37} \cos \gamma$

tg δ найдём как и у нас 100 в периоде го - (1) ...
 мидиан и транзит прупи
 $tg \delta = tg 22,1^\circ = \frac{15}{37}$

$\frac{21}{37} = \sin t \sin y$

$\cos t = -\frac{15}{37}$
 $\cos^2 t = \frac{225}{1369}$; $\sin^2 t = 1 - \frac{225}{1369} = \frac{1144}{1369}$; $\sin^2 t = \frac{21^2}{37^2 \sin^2 y}$

$1 - \frac{225}{1369} = \frac{441}{1369 \sin^2 y} = 1 - \frac{\sin^2 y}{1 - \sin^2 y} \cdot \frac{225}{1369}$

$\sin^2 y = t$
 $1 - \frac{t^2}{1-t} \cdot \frac{225}{1369} = \frac{441}{1369 t} \quad | \cdot t(1-t)$

$t(1-t) - t^2 \cdot \frac{225}{1369} = \frac{441}{1369} (1-t)$

$t - t^2 - t^2 \cdot \frac{225}{1369} = \frac{441}{1369} - \frac{441}{1369} t$, $\frac{225}{1369} \approx 0,165$, $\frac{441}{1369} \approx 0,32$

$t - t^2 - t^2 B = 2B - 2Bt$

$t^2(1+B) - t(1+2B) + 2B = 0$

$D = (1+2B)^2 - 4(1+B) \cdot 2B = 1 + 4B + 4B^2 - 8B - 8B^2 = -4B^2 - 4B + 1 = -1$
 $= -4 \cdot 0,165^2 - 4 \cdot 0,165 + 1 = -4 \cdot 0,027225 - 0,660 + 1 = -0,770 + 1 = 0,23$

$t = \frac{1+2B \pm \sqrt{0,23}}{2(1+B)}$ $\approx \frac{1+2 \cdot 0,165 \pm 0,48}{2 \cdot 1,165} = \frac{1+0,33 \pm 0,48}{2,330} =$

$\begin{pmatrix} 1,330 \\ 0,850 \\ 2,330 \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 18 \\ 85 \\ 233 \end{pmatrix}$

$\Rightarrow \sin y = \pm \sqrt{\frac{18}{233}}$ $\sin \gamma = \pm \sqrt{\frac{85}{233}}$

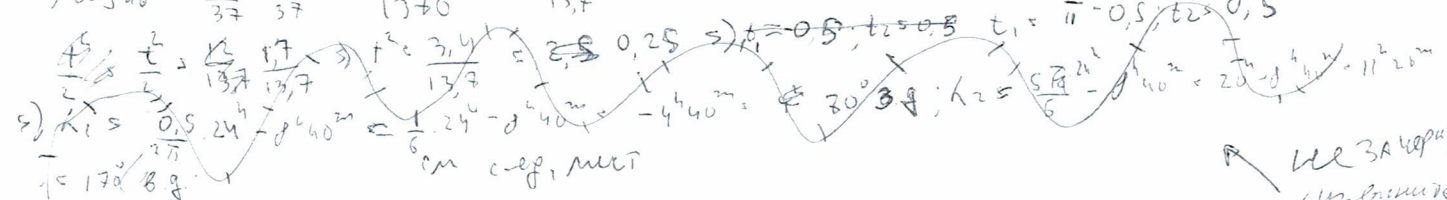
$\sqrt{\frac{18}{233}} = 0,88$; $\sqrt{\frac{85}{233}} = 0,6$

$\Rightarrow \gamma = \pm \arcsin(0,89) \approx \pm 66^\circ$
 $\beta = \pm \arcsin(0,6) \approx \pm 40^\circ$

нрч этон $tg \gamma$ и $tg \beta$ $S = k_0 + t_0$ $T = k_0 + t_0$
 $t_0 = t_0 \cos \theta + h = \rho^h_{40} + h \Rightarrow k = t_0 - \rho^h_{40}$

$\cos t_0 = -\frac{15}{37} + \frac{15}{37} \cos \gamma$; $tg \gamma$ найдем как у нас $tg \gamma_1 = \frac{80}{37}$
 $tg \gamma_2 = \frac{80}{37}$
 $tg \gamma_3 = \frac{80}{37}$
 $tg \gamma_4 = \frac{80}{37}$

$\Rightarrow \cos t_0 = -\frac{80}{37} \cdot \frac{15}{37} = -\frac{1200}{1369} = -\frac{12}{13,7}$



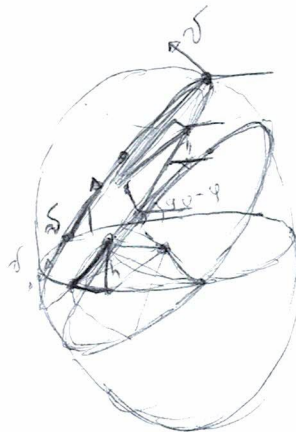
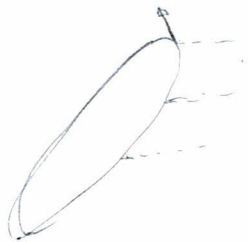
не заперуто (извините)

48 пробук
 *ук-2

22,1

$$\frac{320}{21} \approx 15$$

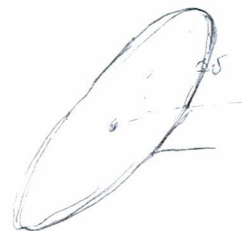
$$\frac{21}{10} \approx 2.1$$



$$\frac{575}{25} = 23$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ - 573 \\ \hline 3270 \\ - 2865 \\ \hline 4050 \end{array}$$

$$\frac{577}{1.58}$$



не забыли про
 655!



$$\tan^2 \gamma = \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$2 \cdot \beta = 184$$

$$\begin{array}{r} \times 37 \\ 37 \\ \hline 259 \\ + 111 \\ \hline 1369 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 137 \\ \hline 225 \\ 136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1380 \\ 0,165 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 2250 \\ - 1370 \\ \hline 3800 \\ - 8220 \\ \hline 5800 \end{array}$$

$$0,165^2 =$$

$$\begin{array}{r} + 1330 \\ + 480 \\ \hline 1810 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 165 \\ \hline 165 \\ + 825 \\ + 990 \\ + 165 \\ \hline 28220 \end{array}$$

$$28220 \cdot 10^{-6}$$

$$0,282$$

$$\sqrt{\frac{23}{100}} = \frac{\sqrt{23}}{10}$$

$$4 \cdot 15 = 60$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 48 \\ \hline 48 \\ + 384 \\ \hline 192 \\ + 2304 \\ \hline 2304 \end{array}$$

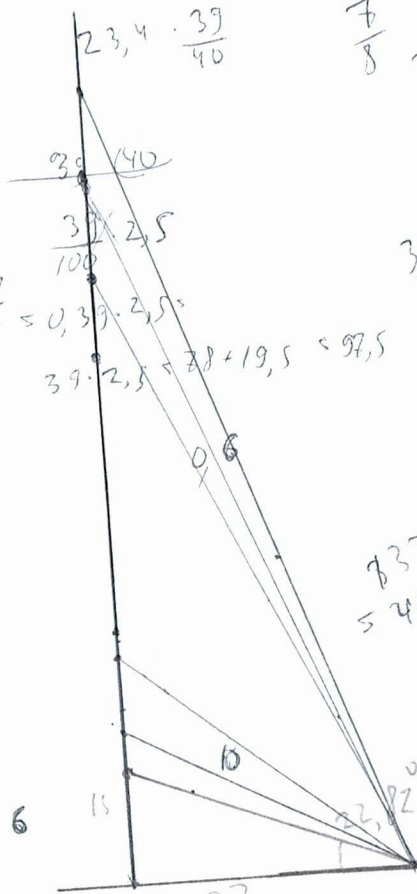


$$\frac{3,5}{5} = \frac{0,5 \cdot 7}{0,5}$$

$$\begin{array}{r} 23,4 \\ \times 234 \\ \hline 975 \\ + 1170 \\ + 4638 \\ \hline 228150 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 137 \\ 1330 \\ 480 \\ \hline 850 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 137 \\ \times 2,5 \\ \hline 340 \\ - 264 \\ \hline 76 \end{array}$$



$$\frac{7}{8} = 70$$

$$\frac{70}{6} = 11,6$$

$$3,7 \times 3 = 11,1$$

$$3,7 \times 3 = 11,1$$

$$\begin{array}{r} 1800 \\ - 180 \\ \hline 1620 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 28 \\ 224 \\ + 56 \\ \hline 784 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 850 \\ - 699 \\ \hline 1549 \end{array}$$

$$3,7$$

$$\begin{array}{r} 137 \\ - 120 \\ \hline 170 \end{array}$$

$$\frac{123}{0,8}$$

$$\begin{array}{r} 233 \cdot 4 \\ 233 \cdot 3 \end{array}$$

$$\frac{1233}{0,36}$$

$$\frac{13,7}{12} = 1,14$$

$$\begin{array}{r} \times 89 \\ 801 \\ + 712 \\ \hline 7921 \end{array}$$

$$3,7 + 0,37 + 0,037 = 4,107$$

$$3,7 + 0,37 + 0,037 = 4,107$$

$$\begin{array}{r} 450 \\ - 411 \\ \hline 39 \end{array}$$

$$\frac{137}{0,33}$$

~~$\cos t_3 = \frac{-30}{37} \cdot \frac{15}{37} = \frac{-450}{1369}$~~

$\cos t_{30} = \frac{-12}{137} \Rightarrow t_{30} = -\frac{30}{37} \cdot \frac{15}{37} = \frac{-450}{1369} \Rightarrow = \frac{-45}{137}$

$\Rightarrow \eta \cos t_{34} = \pm 0,33$

$\Rightarrow t_{34} = 70^\circ$

$t_1 = 110^\circ$

$\Rightarrow k_3 = t_{30} = \int_{40}^{40} = 40^\circ - 80^\circ = 60^\circ \text{ з.г.}$

$k_4 = t_{40} - 80^\circ = 60^\circ - 80^\circ = 30^\circ \text{ з.г.}$

- Тупа
- $y_1 = 66^\circ \quad k_1 = 70^\circ \text{ з.г.}$
 - $y_2 = -66^\circ \quad k_2 = 170^\circ \text{ в.г.}$
 - $y_3 = 40^\circ \quad k_3 = 60^\circ \text{ з.г.}$
 - $y_4 = -40^\circ \quad k_4 = 30^\circ \text{ з.г.}$

- $t_{01} = \pi - 0,5' - 30 \times 0,5'$
- $t_{02} = 0,5' - 30 \times 0,5'$
- $t_{03} = 70^\circ - 30 \times 0,5'$
- $t_{04} = 110^\circ - 30 \times 0,5'$

проверка: $\cos \gamma = \sin^2 \alpha + \sin^2 \beta$

① $y_1 = 66^\circ \quad k_1 = 70^\circ \quad t_{01} = \frac{1}{6}$
 $\cos \frac{21}{37} = \frac{1}{2} \cdot \sin 66^\circ = \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{10} = \frac{4}{10} = \frac{16}{36}$; более менее сходится

② $y_2 = -66^\circ; t_{02} = 185^\circ$
 $\cos \frac{21}{37} = \sin 150^\circ \cdot \sin(-66^\circ) = \frac{16}{36}$; более менее сходится

~~③ и ④ не годятся (там не сходится)~~
~~⑤ $y_3 = 40^\circ; t_{03} = 70^\circ$~~
~~проверка: $\cos \gamma = \sin^2 \alpha + \sin^2 \beta$~~
 ~~$\cos \frac{30}{37} = \dots$~~

- ОТВЕТ:
- $y_1 = 66^\circ \quad k_1 = 70^\circ \text{ з.г.}$
 - $y_2 = -66^\circ \quad k_2 = 170^\circ \text{ в.г.}$
 - $y_3 = 40^\circ \quad k_3 = 60^\circ \text{ з.г.}$
 - $y_4 = -40^\circ \quad k_4 = 30^\circ \text{ з.г.}$

Все вычисления см 4стр. вкл