

Шифр: 11-22

Всероссийская олимпиада школьников
Региональный этап

ветромашья

2019/2020

Ленинградская область

Район Всеволожский

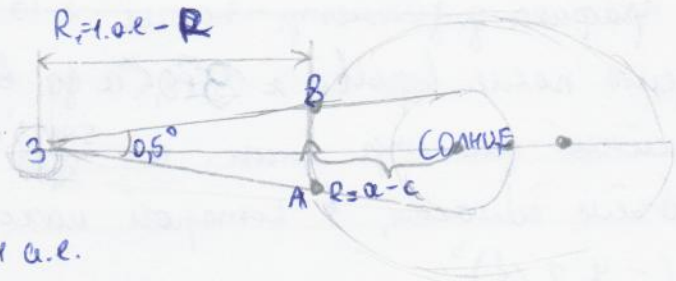
Школа Куржиповская СОШ №1

Класс 11 "Б"

ФИО Кочан Станислав

Константинович

1) R - расстояние от Меркурия до Солнца в астрономических единицах.



$$R = a - c. \text{ Т.к. } e = \frac{c}{a} \Rightarrow c = ea \Rightarrow$$

$$R = a - ea = a(1 - e) \quad R = 0,30451224 \text{ а.е.}$$

2) R_1 - расстояние от Земли до Меркурия

$$R_1 = 1 \text{ а.е.} - R \quad R_1 = 0,69248446$$

3) ρ - угловой размер Меркурия. $\rho = \frac{2R_1 \sin \frac{\rho}{2}}{R_1}$, где r - радиус Меркурия

4) v - скорость, с которой Меркурий перемещается из м. А в м. В:

$$v = \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{R}}$$

5) ρ - угловой размер AB: $\tan \frac{\rho}{2} = \frac{AB}{2R_1} \Rightarrow AB = 2R_1 \tan \frac{\rho}{2}$

6) T - время прохождения. $T = \frac{AB}{v}$

7) по закону обратных квадратов: $F_n = \frac{I_{\odot} \cos i}{R^2}$ т.к. изменение угла освещения поверхности Меркурия незначительно, то $\cos i \approx 1$

8) $S_{\text{поверхн. Меркурия}} = 2\pi r^2$ ~~поверхн. Меркурия~~ $S_{\text{поверхн. об. } \odot} = 2\pi R^2$

9) Меркурий поглотит энергию $E = TE_{\odot} S_{\text{поверхн. Мерк}} = \frac{I_{\odot} \cos i 2\pi r^2}{R^2}$

10) η - доля энергии поглотит Меркурием: $\eta = \frac{E}{E_1} = \frac{IES}{IE_{\odot} S}$

11) ΔE - дополнительная энергия.

$$\Delta E = E_1 - \eta E_1 = E_1 - E = TE_{\odot} S_{\text{поверхн. } \oplus} - TE_{\odot} S_{\text{поверхн. Мерк}} = T \cdot 2\pi I_{\odot} \left(\frac{r_{\oplus}^2}{1 \text{ а.е.}^2} - \frac{r_{\text{М}}^2}{R} \right) =$$

$$= \frac{2R_1 \tan \frac{\rho}{2} \cdot 2\pi I_{\odot}}{\sqrt{GM_{\odot}}} \cdot \left(\frac{r_{\oplus}^2}{1 \text{ а.е.}^2} - \frac{r_{\text{М}}^2}{R} \right)$$

$$\Delta E = \frac{2 \cdot 0,69248446 \cdot 0,00436335 \cdot 0,55453486}{11,52153895 \cdot 10^9} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 3,628 \cdot 10^{26} \cdot \left(\frac{r_{\oplus}^2}{1 \text{ а.е.}^2} - \frac{r_{\text{М}}^2}{R} \right)$$

$$\cdot \left(\frac{46360000 \cdot 0,30451224 \text{ а.е.} - 1 \cdot 5992464}{1 \cdot 0,30451224 \text{ а.е.} \cdot 150 \cdot 10^6} \right) \approx 10^5 \cdot 6992 \cdot \frac{6602997}{46126836} \approx 1,002040959 \cdot 10^8 \text{ Дж} =$$

$$= 100204095,9 \text{ Дж}$$

Ответ: Земля поглотила $100204095,9 \text{ Дж}$

11.6.

1) из графика: ф. диаметр комы $\approx 13'$, а зв-величина через неделю после взрыва $\approx 3 \pm 0,5^m$, а до взрыва $14^m \pm 0,5^m$

2) линейный диаметр комы: $d = \frac{5; n 13'}{v} \cdot r$, где $v = 1,6 \text{ о.е.}$

3) Объем области, в которой находились осколки:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$$

4) $n = \frac{N}{V}$; N можно найти через изменение зв яркости:

$$N = \frac{Y_{\text{полнЕ}}}{Y_{20}} = 2,5^{m_{20} - m_{\text{полнЕ}}}$$

$$n = \frac{2,5^{14-3} \cdot (1,6 \cdot 150000000)^{-3}}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot \frac{1}{8} \cdot (5; n 13')^3} \approx \frac{100 \cdot 100 \cdot 234,375}{3,14 \cdot (0,003481573 \cdot 240 \cdot 10^6)^3} \approx \frac{10^4 \cdot 44,64}{444,6 \cdot 10^{15}} \approx$$

$$\approx 10^{-3} \left(\frac{1}{\text{км}^3}\right) \quad 13^m \leq m_{20} - m_{\text{полнЕ}} \leq 15^m \Rightarrow \text{погрешность: } (2,5)^{\pm 1}$$

Ответ: $n = 10^{-3} \frac{1}{\text{км}^3} \cdot (2,5)^{\pm 1}$

11.4.

1) δ - угловое разрешение телескопа. $\delta = \frac{140''}{D(\text{мм})} \Rightarrow D(\text{мм}) = \frac{140''}{\delta}$

$$D = \frac{140''}{2''} = 70(\text{мм})$$

2) ~~Длина волны света~~ Длинна волны света слабее \Rightarrow энергия от звезды распределена ^{глазу за объективом} по телескопу так, что в каждой ^{его} точке она слабее, чем если бы наблюдатель наблюдал небо без телескопа. $\Rightarrow \Gamma = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} = \sqrt{2}$, где P_2 - сила света с исп. телескопа

Ответ: диаметр объектива равен 70 мм, а увеличение равно $\sqrt{2}$

Лист 2

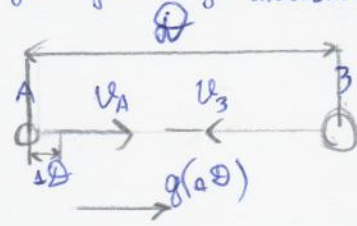
11.3.

1) Астероид будет иметь максимальную скорость v , если он будет двигаться навстречу Земле. $v_A = v_{\oplus} + v_A$, где v_A - скорость астероида

2) $v_A = \sqrt{\frac{GM_{\odot}}{R}}$, где R - расст от Солнца в момент столкновения
 $R = 1. \text{ а. е.}$

3) За пути до столкновения μ (зв. величина) была равна 6^m за пути до точки.

4) При приближении к Земле астероид будет ускоряться, но при этом g будет увеличиваться из-за уменьшения расстояния до земли, ΔD - расстояние, которое проходит астероид за Δt



5) Из 3) следует: $\frac{v_A}{v_{\oplus}} = 2,5^{\mu_A - \mu_{\oplus}} = \frac{D_{\oplus}}{D^2} \Rightarrow D = \frac{D_{\oplus}}{\sqrt{2,5^{\mu_A - \mu_{\oplus}}}}$ где $D_{\oplus} = R$

6) $t = 1 \text{ сут} = 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ с} = 86400 \text{ с}$
 $D = v_A t + g(aD) t^2 \cdot \frac{1}{2} + v_{\oplus} t \Rightarrow v_A = \left(\frac{D_{\oplus}}{\sqrt{2,5^{\mu_A - \mu_{\oplus}}}} - g(aD) t^2 \cdot \frac{1}{2} - v_{\oplus} t \right) \cdot \frac{1}{t}$

4) $v_A = \frac{2\pi R}{T_A} \Rightarrow T_A = \frac{2\pi R}{v_A}$

8) по III уточн. закону Кеплера:

$\left(\frac{M_{\oplus} + m_A}{M_{\oplus} + m_3} \right) \frac{T_A^2}{T_3^2} = \left(\frac{a_A}{a_3} \right)^3 \Rightarrow \left(1 + \frac{m_A - m_3}{M_{\oplus} + m_3} \right) = \left(\frac{a_A}{a_3} \right)^3 \left(\frac{T_3}{T_A} \right)^2$ т.к. $a_A = a_3 = R$, то

$P_A v_A = \left(\left(\frac{T_3}{T_A} \right)^2 - 1 \right) \cdot (M_{\oplus} + m_3) - m_3$

9) $v_A = \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow R_A^3 = \frac{3 v_A}{4 \pi} = \frac{3 \left(\left(\frac{2\pi R}{T_A} \right)^2 - 1 \right) \cdot (M_{\oplus} + m_3) - m_3}{P_A 4 \pi}$

$v_A = \frac{150 \cdot 10^6}{334}$

$= 3 \sqrt[3]{ \frac{3 \left(\left(\frac{2\pi R t}{\sqrt{2,5^{\mu_A - \mu_{\oplus}}}} - g(aD) t^2 \cdot \frac{1}{2} - v_{\oplus} t \right)^2 - 1 \right) (M_{\oplus} + m_3) - m_3}{P_A 4 \pi} } }$

без учета притяж. Земли получим: ~~ит. астероид~~

$R_A = \sqrt[3]{ \frac{3 \left(\left(\frac{6,28 \cdot 150 \cdot 10^6 \cdot 86400}{150 \cdot 10^6} - 29,8 \cdot 86400 \right)^2 - 1 \right) (1,389 \cdot 10^{30} \text{ кг} + 5,974 \cdot 10^{24}) - 5,974 \cdot 10^{24}}{3340 \frac{\text{м}}{\text{км}^3} \cdot 10^9} } } \approx$

\approx

№ 11.5

$$1) m_{\text{шара}} = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi R^3 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} = \frac{1}{8}$$

по III з-ту Кеплера: $\frac{M_0 + m_1}{M_0 + m_2} \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2} \right)^3$

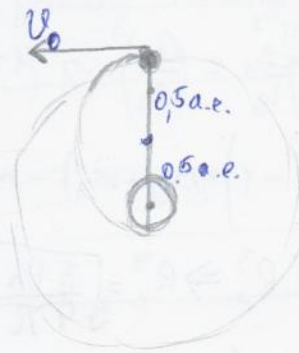
$$2) \frac{U_{\text{шара}}}{U_{\text{солнца}}} = \sqrt{\frac{GM_0}{a}} \Rightarrow U_I \Rightarrow U_0 \Rightarrow$$

Шары будут приближаться к

Солнцу

$$3) a_1 = a_2 = 0,5 \text{ а.е.} \Rightarrow \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2 = 1 - \frac{7m_1}{M_0 + 8m_1}$$

$$4) \frac{T_2}{T_1} < 1 \Rightarrow \text{второй шар будет опережать первый}$$



Продолжение см на

Лист 3

11.1

- 1) 20 марта близко ко дню весеннего равноденствия
- 2) В день весеннего равноденствия звездное время опережает солнечное время на 12 ч.

3) γ (т. вес. равн.) кульмирует в 0 ч. 0 мин. по зв. времени

M - Земля

\bullet - плоскость небесного экватора

\circ - плоскость горизонта

\bullet - плоскость эклиптики

- - - линия движения Земли по неб. сфере

4) Прямое восхождение

$$\text{Земля: } L = \frac{150^\circ}{360} \cdot 24 \text{ ч.} = 10 \text{ ч.}$$

$$5) \angle \beta = 23,5^\circ \Rightarrow \delta = 23,5^\circ$$

$$6) h_{\text{нк}} = \delta + \varphi - 90^\circ$$

$$h_{\text{вк}} = 90^\circ + \delta - \varphi$$

$$7) h_{\text{вк}} - h_{\text{нк}} = 180^\circ - 2\varphi = 93^\circ$$

8) За 12 часов реку переходит

из нижней кульминации в верхнюю \Rightarrow

$$h=0 \text{ за } w = \frac{h_{\text{вк}} - h_{\text{нк}}}{12 \text{ ч.}} \approx 4,45^\circ/\text{ч.}$$

$$9) h=0 \text{ (восход): } \delta + \varphi - 90^\circ + t \cdot w = 0$$

$$t \approx 5,55 \text{ ч.}$$

Значит за 12-ч до своей верхней кульминации Земля будет

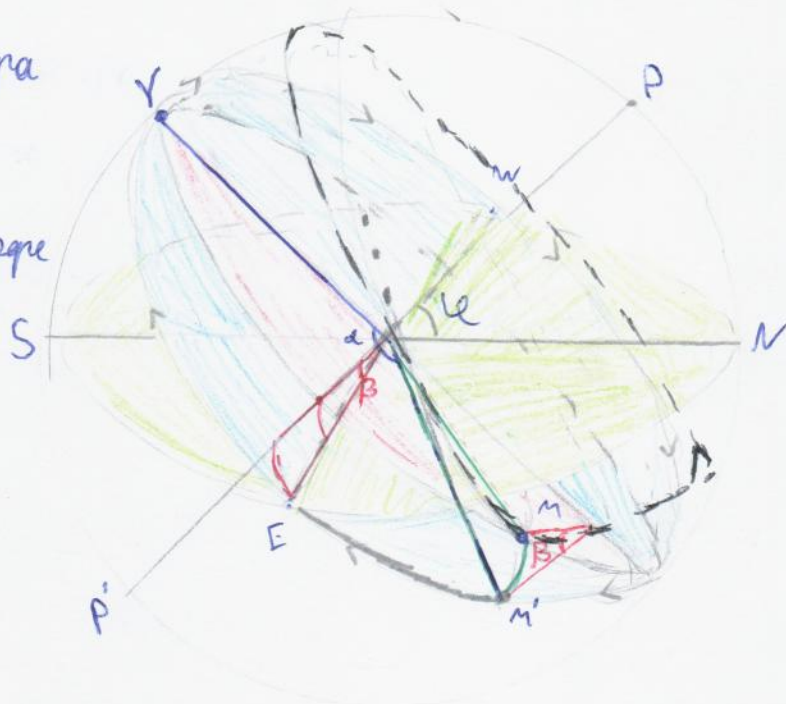
$$\text{восходить: } t_{\text{в}} = 10 - 12 + 5,55 = 3,55 \text{ ч. по зв. времени}$$

$$10) \text{ По среднему солнечному времени на долготе 0: } t_{\text{в.с}} = t_{\text{в}} + 12$$

11) Угловая долготу пункта наблюдения получим:

$$t_{\text{в.с.г}} = 3,55 + 12 + \frac{39,4^\circ}{24 \text{ ч.}} \cdot \frac{360^\circ}{360} \cdot 24 \text{ ч.} \approx 18,2 \text{ ч.}$$

Ответ: Среднее солнечное время восхода Земли: 18:12



в 0:00 по зв. вр.
в пункте наблюд с (135° с.ш и 0° д.)