

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

Заполнять ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по образцам

А Б В Г Д Е Ё Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 , -

1. Заполните поля «фамилия», «инициалы», «класс» на титульном листе, если они не заполнены.

ШИФР КОМПЛЕКТА

И 10-2

ПРЕДМЕТ

АСТРОНОМИЯ

ДАТА ПРОВЕДЕНИЯ
(ДД.ММ.ГГГГ.)

25 . 01 . 2019

ФАМИЛИЯ

КОТЕЛЬНИКОВ

ИНИЦИАЛЫ

С . С .

КЛАСС, В КОТОРОМ ВЫ УЧИТЕСЬ (ЧИСЛО)

10

КЛАСС, ЗА КОТОРЫЙ ВЫ УЧАСТВУЕТЕ В ОЛИМПИАДЕ

10

2. По окончании работы пронумеруйте СТРАНИЦЫ (титульный лист не считать) и укажите общее количество использованных страниц.

ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО СТРАНИЦ 8

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ В УКАЗАННУЮ ДАТУ ПРОВЕДЕНИЯ (заполняется жюри)

1	2	3	4	5	6
76	8	74	8	8	1

Сумма баллов
39 35

Жюри:

№
Смирнов
Элб
Ефимов

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

предмет

Астрономия

класс

10

шифр

10-2

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

№ 1.

В день весеннего равноденствия склонение Солнца $\delta = 0$,

изменяя его высота в верхней кульминации $h = 90^\circ - \varphi$

$$\begin{cases} h_A = 90^\circ - \varphi_A \\ h_B = 90^\circ - \varphi_B \\ h_A = 2h_B \end{cases} \quad \begin{aligned} 90^\circ - \varphi_A &= 180^\circ - 2\varphi_B \\ \varphi_A - 90^\circ &= 2\varphi_B - 180^\circ \\ \varphi_A &= 2\varphi_B - 90^\circ \end{aligned}$$

В день весеннего равноденствия Солнце заходит
только на земле.

Задача означает соприкосновение траектории S, A, W

и $S_2 A_2 W$. Дадут h_1 и h_2

всю машину и равно утво-

му радиусу Солнца R_S . Эти

траектории равны. Т.к. одна машина, то можно приблизить

ко единице определить и рассмотреть машину траектории

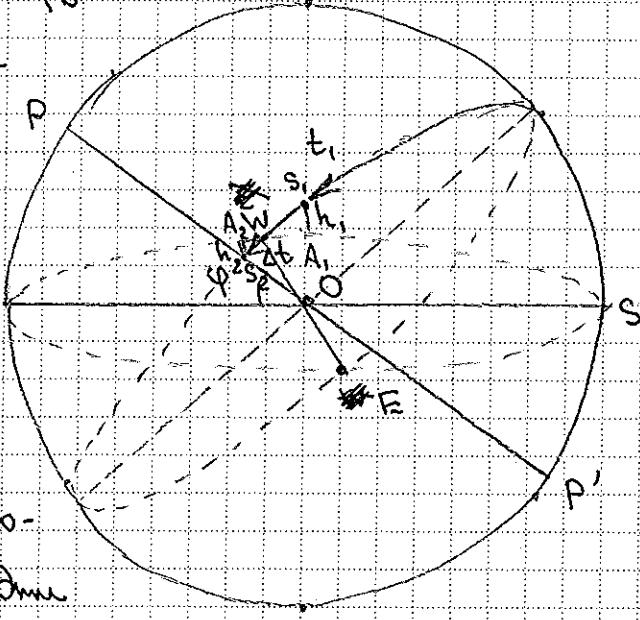
$$S, A, W \text{ и } S_2 A_2 W. \text{ Тогда } \frac{R \sin h_1}{R \sin \Delta t_1} = \sin(90^\circ - \varphi) = \cos \varphi$$

(R — радиус небесной сферы). $\sin h_1 \approx h_1$; $\sin \Delta t_1 \approx \Delta t_1$.

$$\frac{h_1}{\Delta t_1} \approx \cos \varphi$$

аналогично для $S_2 A_2 W$: $\frac{h_2}{\Delta t_2} \approx \cos \varphi$

$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$ (Δt — изменение часового угла Солнца
за время захода)



РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

предмет

астрономия

класс

10

шифр

A 10-2

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

$$\begin{cases} \Delta t_1 = \frac{h_1}{\cos \varphi} \\ \Delta t_2 = \frac{h_2}{\cos \varphi} \\ h_1 = h_2 = 80 \end{cases}$$

$$\frac{h_1 + h_2}{\cos \varphi} = \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{280}{\omega \cos \varphi}$$

III, к. $T = t_0 + \Delta t$ (T - солнечное время), то $\Delta T = \Delta t = \frac{280}{\omega \cos \varphi}$ 25
(ΔT - продолжительность засеян)

$$\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{2}{3}$$

$$\Delta T_B$$

$$\frac{\Delta T_A}{\Delta T_B} = \frac{\frac{280}{\cos \varphi_A}}{\frac{280}{\cos \varphi_B}} = \frac{\cos \varphi_B}{\cos \varphi_A} = \frac{2}{3}$$

35

$$\cos \varphi_B = \frac{2}{3} \cos \varphi_A$$

$$\cos \varphi_B = \frac{2}{3} \cos (2\varphi_B - 90^\circ) = \frac{2}{3} \cancel{\sin} 2\varphi_B$$

$$\cos \varphi_B = \frac{4}{3} \sin \varphi_B \cos \varphi_B$$

$$\frac{\frac{4}{3} \sin \varphi_B \cos \varphi_B}{\cos \varphi_B} = 1$$

$$\sin \varphi_B = \frac{3}{4}$$

$$\varphi_B = \arcsin \frac{3}{4} = 48,6^\circ$$

$$\varphi_A = 2\varphi_B - 90^\circ = 2 \cdot 48,6^\circ - 90^\circ = 7,2^\circ$$

15

(75)

N2.

III, к. малые планеты обращаются вокруг Солнца в ту же сторону, что и Земля, то

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus} \quad (\text{если } R < R_\oplus)$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T} \quad (\text{если } R > R_\oplus)$$

Задумался одним малым планетам различны, а ~~периоды~~ ^{смоделистичные}
периоды одинаковы, значит одна из них находится

15

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

предмет Астрономия

класс 10

шифр 10-2

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

дальше, а другая ближе к Солнцу, чем Земля.

Таким $\frac{R_2}{R_1} = 4$, тогда

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_\oplus} \\ \frac{1}{S} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T_2} \end{array} \right.$$

$$\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_\oplus} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T_2}$$

$$\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} = \frac{2}{T_\oplus}$$

$$\frac{T_2}{T_1^2} = 64 \quad (\text{по III закону Кеплера})$$

25

$$\frac{T_2}{T_1} = 8$$

$$T_2 = 8T_1$$

$$\frac{1}{T_1} + \frac{1}{8T_1} = \frac{2}{T_\oplus}$$

$$\frac{8T_1 + T_1}{8T_1^2} = \frac{2}{T_\oplus}$$

$$\frac{9}{8T_1} = \frac{2}{T_\oplus}$$

$$9T_\oplus = 16T_1$$

$$T_1 = \frac{9}{16}T_\oplus$$

30

Учтем, что T_1 и T_2 в земных годах, а R_1 и R_2 в а.е., напишем

III закон Кеплера в таком виде:

$$R_1 = \sqrt[3]{T_1^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{9}{16}\right)^2} = 0,681 \text{ а.е.} = 102\,000\,000 \text{ км}$$

25

$$R_2 = 4R_1 = 4 \cdot 0,681 \text{ а.е.} = 2,724 \text{ а.е.} = 409\,000\,000 \text{ км}$$

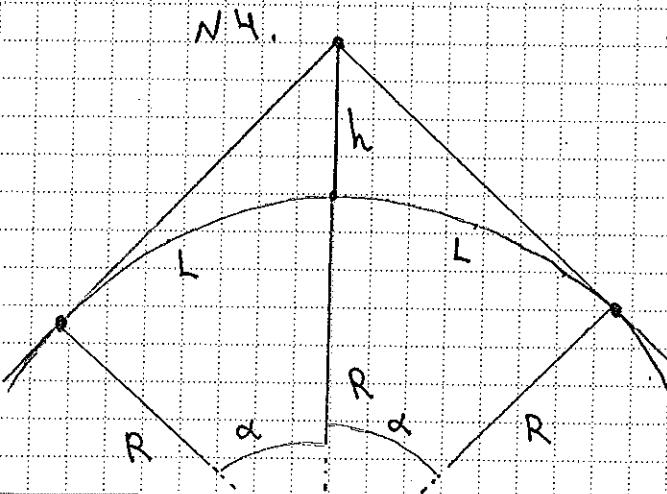
85

$$\frac{F_1}{F_0} = \left(\frac{h}{(R+h) \sin \alpha} \right)^2$$

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

$$h = R \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)$$

$$\frac{F_1}{F_0} = \left(\frac{R \left(\frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right)}{(R + \frac{R}{\cos \alpha} - R) \sin \alpha} \right)^2$$



РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

предмет Астрономия

класс 10

шифр

110-2

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

$$\frac{E_1}{E_0} = \left(\frac{\frac{1}{\cos \alpha} - 1}{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}} \right)^2 = \left(\frac{\cos \alpha (\frac{1}{\cos \alpha} - 1)}{\sin \alpha} \right)^2 = \left(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)^2$$

$$\alpha = \frac{L}{2\pi R} \cdot 360^\circ = \frac{1000 \text{ км}}{2 \cdot 3,14 \cdot 6370 \text{ км}} \cdot 360^\circ = 9^\circ$$

По формуле Планка: $m_0 - m_1 = 2,5 \lg \frac{E_1}{E_0}$

$$m_0 = m_1 + 2,5 \lg \left(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)^2 \quad (m_0 - \max \text{ зв. темп.})$$

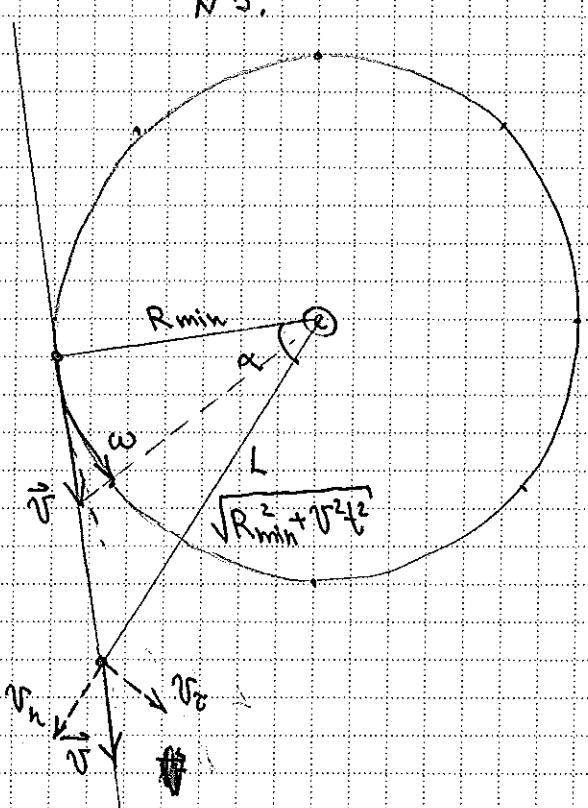
$$m_0 = 0^m + 2,5 \lg \left(\frac{1 - \cos 9^\circ}{\sin 9^\circ} \right)^2 = -5,52^m$$

85

$$\omega = \frac{V}{R_{\min}}$$

$$V = \omega R_{\min}$$

$$L = \sqrt{R_{\min}^2 + V^2 t^2} = \\ = \sqrt{R_{\min}^2 + \omega^2 R_{\min}^2 t^2} = \\ = \sqrt{1 + \omega^2 t^2} \cdot R_{\min}$$



$$V_n = V \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{\omega R_{\min} t}{R_{\min} \sqrt{1 + \omega^2 t^2}} = \\ = \frac{\omega t}{\sqrt{1 + \omega^2 t^2}}$$

$$V_n = \frac{\omega^2 R_{\min} t}{\sqrt{1 + \omega^2 t^2}}$$

$$\lambda = \frac{c \lambda_0}{c - V_n} \quad (\text{смещение Планка})$$

$$c - V_n = \frac{c \lambda_0}{\lambda}$$

$$V_n = c - \frac{c \lambda_0}{\lambda} = c \left(1 - \frac{\lambda_0}{\lambda + \Delta \lambda} \right)$$

$$c \left(1 - \frac{\lambda_0}{\lambda + \Delta \lambda} \right) = \frac{\omega^2 R_{\min} t \lambda_0}{\sqrt{1 + \omega^2 t^2}}$$

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

предмет

астрономия

класс

10

шифр

10-2

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

$$c \left(1 - \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \Delta \lambda} \right) = \frac{\omega^2 R_{min}}{\sqrt{1 + \omega^2 t^2}}$$

$$R_{min} \omega^2 t = c \sqrt{1 + \omega^2 t^2} \left(1 - \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \Delta \lambda} \right)$$

$$R_{min} = \frac{c \sqrt{1 + \omega^2 t^2} \left(1 - \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \Delta \lambda} \right)}{\omega^2 t}$$

$$\omega = 1000''/\text{час} = 4,8481 \cdot 10^{-3} \frac{\text{рад}}{\text{час}} = 1,53627 \cdot 10^{-10} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \\ R_{min} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 + (4,8481 \cdot 10^{-3} \frac{\text{рад}}{\text{час}} \cdot 3 \text{ час})^2} \cdot \left(1 - \frac{6563 \text{ Å}}{6563 \text{ Å} + 0,01 \text{ Å}} \right)}{(4,8481 \cdot 10^{-3} \frac{\text{рад}}{\text{час}})^2 \cdot (1,53627 \cdot 10^{-10} \frac{\text{рад}}{\text{с}})^2 \cdot 31557600 \text{ с}}$$

$$= \left(\frac{457,127066}{3,44798969 \cdot 10^{13}} \right) \text{ м} = 6,14 \cdot 10^{-14} \text{ м} = 6,14 \cdot 10^{11} \text{ км} =$$

(85)

N 3.

Угловые единицы Земли вокруг Солнца, Луны вокруг

Земли и Марса вокруг Солнца, телескоп под 100 крат.

Сможем наблюдать нахождение недесной стороны Марса

$$6^\circ 40' + 2,2^\circ = \cancel{8^\circ 02'} 10^\circ 40' \text{ и длиной } 360^\circ, \text{ т.е. наблюдать}$$

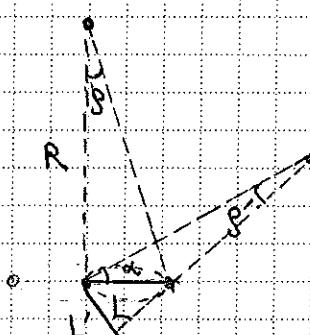
3840 кв. градусов. Все наблюдения недесной стороны равны

$$180^\circ \cdot 360^\circ = 64800 \text{ кв. градусов. Площадь зоны наблюдаемой}$$

$$\text{части недесной стороны: } \frac{3840}{64800} = 0,0593 = 5,93\%$$

(45)

N 6.



g - угловое расстояние

R - расстояние до системы

L - радиус системы

L - расстояние между звёздами системы

phi - угол между плоскостями орбиты к шару земли

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

предмет Астрономия

класс 10

шифр

A 10-2

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

$$\cancel{L} \cancel{s} = R \sin g = Rg$$

$$L' = Rg' \rightarrow g' - \text{минимальное угловое расстояние до}$$

$$L' = L \sin d$$

$$L \sin d = Rg'$$

$$g' = \frac{L}{R} \sin d = g \sin d$$

$$\sin d = \frac{g'}{g}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{g'}{g}\right) ; g - \text{максимальное угловое расстояние}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,5''}{3,82''}\right) = 7,52^\circ$$

период
обращения

Период обращения равен промежутку между I и III прохождениями звезды через минимум углового расстояния.

$$T = 140,5 \text{ лет}$$

По упрощенному III закону Кеплера:

$$\frac{T^2(M_{\odot} + M)}{T_{\oplus}^2(M_{\odot} + M_{\oplus})} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3} \quad (\text{здесь же похожий закон; } M_{\oplus} \text{ можно}$$

пренебречь)

(10)

$$\frac{T^2 \cdot 2M}{T_{\oplus}^2 \cdot M_{\oplus}} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}$$

$$\frac{2T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{2T^2 \cdot a_{\oplus}^3}{T_{\oplus}^2}}$$

Если выражать T в годах; a - в а.е., то

$$a = \sqrt[3]{2T^2} = \sqrt[3]{2 \cdot (140,5 \text{ лет})^2} = 34,1 \text{ а.е.}$$

$$R = \frac{2a}{g} = \frac{2 \cdot 34,1 \text{ а.е.}}{1,852 \cdot 10^{-5} \text{ рад.}} = 3683000 \text{ а.е.} = 5,52 \cdot 10^{14} \text{ км}$$

$$e = \frac{\frac{A}{\pi} - 1}{\frac{A}{\pi} + 1}, e - \text{экспоненциалитет}$$

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
КИРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ**

предмет	Астрономия	класс	10	шифр	<i>A 10-2</i>
---------	------------	-------	----	------	---------------

Пишите аккуратно и разборчиво, не пишите вне рамки. Не забывайте указывать номер задания, которое Вы выполняете.

$$\Pi = \frac{Rg}{2\pi} = \frac{\cancel{3683000 \text{ а.е.}} \cdot 1,759 \cdot 10^{-5}}{2} = \frac{64,8 \text{ а.е.}}{2} = 32,4 \text{ а.е.}$$

$$3,63'' = 1,759 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

$$A = \frac{Rg_{max}}{2} = \frac{3683000 \text{ а.е.} \cdot 1,895 \cdot 10^{-5}}{2} = 34,9 \text{ а.е.}$$

$$3,91'' = 1,895 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$$

$$e = \frac{34,9 \text{ а.е.} - 1}{32,4 \text{ а.е.} + 1} = 0,0371$$

Задания Регионального этапа олимпиады по астрономии 2019 года – 10 классЛист 2

6. Двойная система состоит из одинаковых компонент, подобных Солнцу. На графике приведена зависимость углового расстояния между ними (в угловых секундах) в небе Земли от времени. Определите эксцентриситет орбиты, наклон плоскости орбиты к лучу зрения и расстояние до системы.

