

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ РАБОТЫ УЧАСТНИКА

Класс: 11

Шифр: 1103

Указать класс, за который выполняются задания олимпиады

Фамилия:	
Имя:	
Отчество:	
Муниципальное образование:	
Учебное заведение:	
Класс (фактический):	

Не выполняйте решение заданий на этом листе!

№ задачи	1	2	3	4	5	6	Итого	Подпись
Эксперт №1 (Ф.И.О) Евгений ИИ	1	3	0	8	1	0	13	
Эксперт №2 (Ф.И.О) Иванова ИИ	1	3	0	8	1	0	13	
Председатель жюри (Ф.И.О) Григорьев	1	3	0	8	1	0	13	

Класс:	11
Задание:	1

Шифр:	1103
Страница:	1

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

Дано:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0 \\ \delta &= 0 \\ h &= 0 \\ T &= 0^h 0^m 1 \text{ сек} \\ (\varphi, \lambda) &= ? \end{aligned}$$

Решение:

Светило находится в точке экв. радиальности (V)
звездное время = часовому углу V = часовому углу
светила. $s = t + \alpha$, где $\alpha = 0 \Rightarrow \boxed{s = t}$

Ур-е восхода (заката), т.к. $h = 0$:

$$\cos t = -\tan \varphi \tan \delta$$

$$T_0 = T = 0^h 0^m$$

$$T_0 = 12^h - t \text{ либо } T_0 = 12^h + t. \text{ А значит } t = 12^h = 180^\circ$$

$$\cos 180^\circ = -\tan \varphi \tan 0^\circ$$

$$-1 = -\tan \varphi \cdot 0. \text{ Это значит, что } \varphi = \pm 90^\circ$$

$\varphi \in [-90^\circ; +90^\circ]$. Таким образом, точка может быть только на
полюсах Земли ($\varphi = \pm 90^\circ$)

Ответ: $\varphi = \pm 90^\circ$ (понятие экв. радиальности на полюсах
смысла не имеет) — полюса Земли.

Класс:	11
Задание:	2

Шифр:	1103
Страница:	1

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

Дано:
 $S = T_{\oplus} = 365,2422$ сут
 $e = 0$ (кругл. орбита)
 $a = ?$

Решение:

1) Предположим, что $a > a_{\oplus}$, где $a_{\oplus} = 1$ а.е. (для Земли)

Тогда: $\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T} \Rightarrow \frac{1}{T_{\oplus}} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T} \Rightarrow T \in \emptyset$,
т.е. такой период невозможен.

2) Предположим, что $a < a_{\oplus}$. Тогда: $\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}} \Rightarrow$

$$\frac{1}{T_{\oplus}} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}} \text{ или } \frac{1}{T} = \frac{2}{T_{\oplus}}. \text{ Значит } T = \frac{T_{\oplus}}{2} + 2$$

По III-му закону Кеплера:

$$\frac{T^2 (M_{\oplus} + m)}{T_{\oplus}^2 (M_{\oplus} + m_{\oplus})} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}. \text{ Т.к. } M_{\oplus} \gg m \text{ и } M_{\oplus} \gg m_{\oplus} (M_{\oplus} - \text{масса Солнца;}$$

$m_{\oplus}$ - масса Земли, m - масса астероида), то $\frac{M_{\oplus} + m}{M_{\oplus} + m_{\oplus}} \approx 1$. Т.е.

$$\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3} \Rightarrow a = a_{\oplus} \left(\frac{T}{T_{\oplus}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ или } a = a_{\oplus} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$a = 0,5^{\frac{2}{3}} \text{ а.е.} \approx 0,630 \text{ а.е.} + 1 \text{ } \checkmark$$

Ответ: $a \approx 0,63 \text{ а.е.}$

Класс:	11
Задание:	3

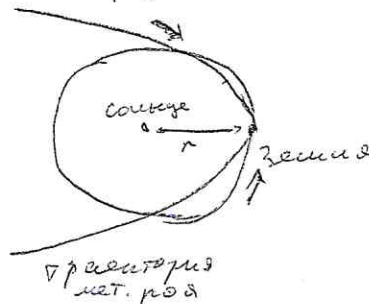
Шифр:	1103
Страница:	1

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

Дано:

$r = 1 \text{ а.е.}$
траектория - парабола
 $h = 90^\circ$ (зенит)
 $h_1 = 0^\circ$
 $h_2 = 45^\circ$
 $H = 100 \text{ км}$
 $v_1 = ? (\%)$
 $v_2 = ? (\%)$

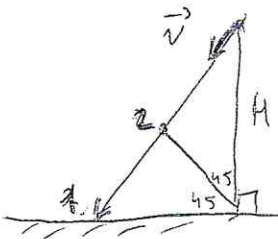
Решение:



Т.к. орбита параболическая и
вечное расстояние между Землей,
(примем $r = a_0 = 1 \text{ а.е.}$)
то Земля в этот момент
находится в вершине параболы
(траектории). А это значит,
что метеорный рой движется
со скоростью $v_M = v_H \approx 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$
(вторая космическая)

Примем относ. ск-ть (метеор. рой относ. Земли) ~~состав~~
составляется из v_M и $v_{кр}$ (круговая ск-ть Земли вокруг Солнца),
 $v_{кр} \approx 29,8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ (орбит. ск-ть). Тогда $v = v_{кр} + v_M$ (на малых
расстояниях скорости $\approx$ накладываются прямо):

$$v \approx 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}} + 29,8 \frac{\text{км}}{\text{с}} = 41 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$



для ск-ти: $v = \sqrt{\frac{\mu}{t}}$, где μ - собств. движение

05.

Класс:	11
Задание:	4

Шифр:	1103
Страница:	1

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.

При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

характеристика		Солнце (☉)	звезда 1 (м.п.)	звезда 2 (сверхг.)
масса (80)	m	1,00	2,88 +	12
радиус (80)	R	1,00	3,0	868,40 +
светимость (80)	L	1,00 +	78,53	100.000
ср. плотность (кг/м³)	$\bar{\rho}$	1410	156,4	$2,59 \cdot 10^{-5}$ +
температура поверхности (к)	T	5800	10000	3500
абсолютная звездная величина	M	+4,8	+0,05	-7,7 ↓

☉ для Солнца $L_0 = 3,88 \cdot 10^{26}$ Вт

$$L_0 = 4\pi R_0^2 \cdot \sigma T_0^4$$

$$L_1 = 4\pi R_1^2 \cdot \sigma T_1^4 \Rightarrow \frac{L_1}{L_0} = \frac{R_1^2}{R_0^2} \cdot \frac{T_1^4}{T_0^4} \Rightarrow \boxed{L_1 = \left(\frac{R_1}{R_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{T_1}{T_0}\right)^4 \cdot L_0}$$

$$L_2 = 4\pi R_2^2 \cdot \sigma T_2^4 \Rightarrow \frac{L_2}{L_0} = \frac{R_2^2}{R_0^2} \cdot \frac{T_2^4}{T_0^4} \Rightarrow R_2 = \sqrt{\frac{L_2}{L_0} \cdot \left(\frac{T_0}{T_2}\right)^4} \cdot R_0 \text{ или } \boxed{R_2 = \left(\frac{T_0}{T_2}\right)^2 \cdot R_0 \sqrt{\frac{L_2}{L_0}}}$$

~~$$L_1 = \left(\frac{3}{1}\right)^2 \cdot \left(\frac{10000}{5800}\right)^4 \cdot L_0$$~~

$$L_1 = \left(\frac{3}{1}\right)^2 \cdot \left(\frac{10000}{5800}\right)^4 \approx 78,53 L_0$$

$$R_2 = \left(\frac{5800}{3500}\right)^2 \cdot \sqrt{100.000} \approx 868,40 R_0$$

Определим абсолютные звездные величины:

$$\frac{L_1}{L_0} = 10^{\frac{2}{5}(M_0 - M_1)}, \lg L_1 = 0,4(M_0 - M_1) \Rightarrow \boxed{M_1 = M_0 - 2,5 \lg L_1}$$

$$\frac{L_2}{L_0} = 10^{\frac{2}{5}(M_0 - M_2)}, \lg L_2 = 0,4(M_0 - M_2) \Rightarrow \boxed{M_2 = M_0 - 2,5 \lg L_2}$$

$$M_1 = 4,8 - 2,5 \lg 78,53 \approx +0,05$$

$$M_2 = 4,8 - 2,5 \lg 100.000 = -7,7$$

Найдем $\bar{\rho}_2$:

$$\bar{\rho}_2 \cdot V_2 = m_2 \text{ где } V_2 = \frac{4}{3}\pi R_2^3 \Rightarrow \boxed{\bar{\rho}_2 = \frac{3m_2}{4\pi R_2^3}}, \pi \approx 3,14$$

~~$$\bar{\rho}_2 = \frac{3 \cdot 12 \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3,14 \cdot (868,40 \cdot 6,96 \cdot 10^8)^3}$$~~

$$M_0 = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}, R_0 = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$$

(продолжение см. дальше)

Класс:	11
Задание:	5

Шифр:	1103
Страница:	1

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

Диск:
 $= 10^{10} L_0$
 $= 300 \text{ км}$
 $= 3 \cdot 10^8 \text{ м}$
 $= 68 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{млн}}$
 $= ?$

Решение:

- 1) Т.к. происходит красное смещение,
 $v = cz$ с другой стороны $v = Hr$, где
 r — расстояние до галактики.
 $cz = Hr \Rightarrow z = \frac{Hr}{c}$

- 2) Определим угловое расстояние ρ галактики (наблюдаясь в телескоп):
 $\rho \geq \varphi = \frac{140''}{D}$, где φ — разрешение телескопа.

$$\rho \geq \frac{140''}{300 \text{ км}} \approx 0,467''$$

- 3) Если D — это диаметр зрачка, то
 $D = r \cdot \sin \rho$. Т.к. ρ — очень мал, то $\sin \rho \approx \rho$. Тогда
 $D = \frac{r \rho}{206265''} \Rightarrow r = \frac{D \cdot 206265''}{\rho} \Rightarrow z = \frac{H \cdot D}{c \cdot \rho} \cdot 206265''$

- 4) $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ Т.к. галактика плоская, то к ней
 $L_0 = 4\pi R_0^2 \cdot \sigma T_0^4$ применима формула для светимости
 (звезд)
 $\frac{L}{L_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^4 = 10^{10}$
 $R_0 = 685,500 \text{ км}$

$$T \approx T_0$$

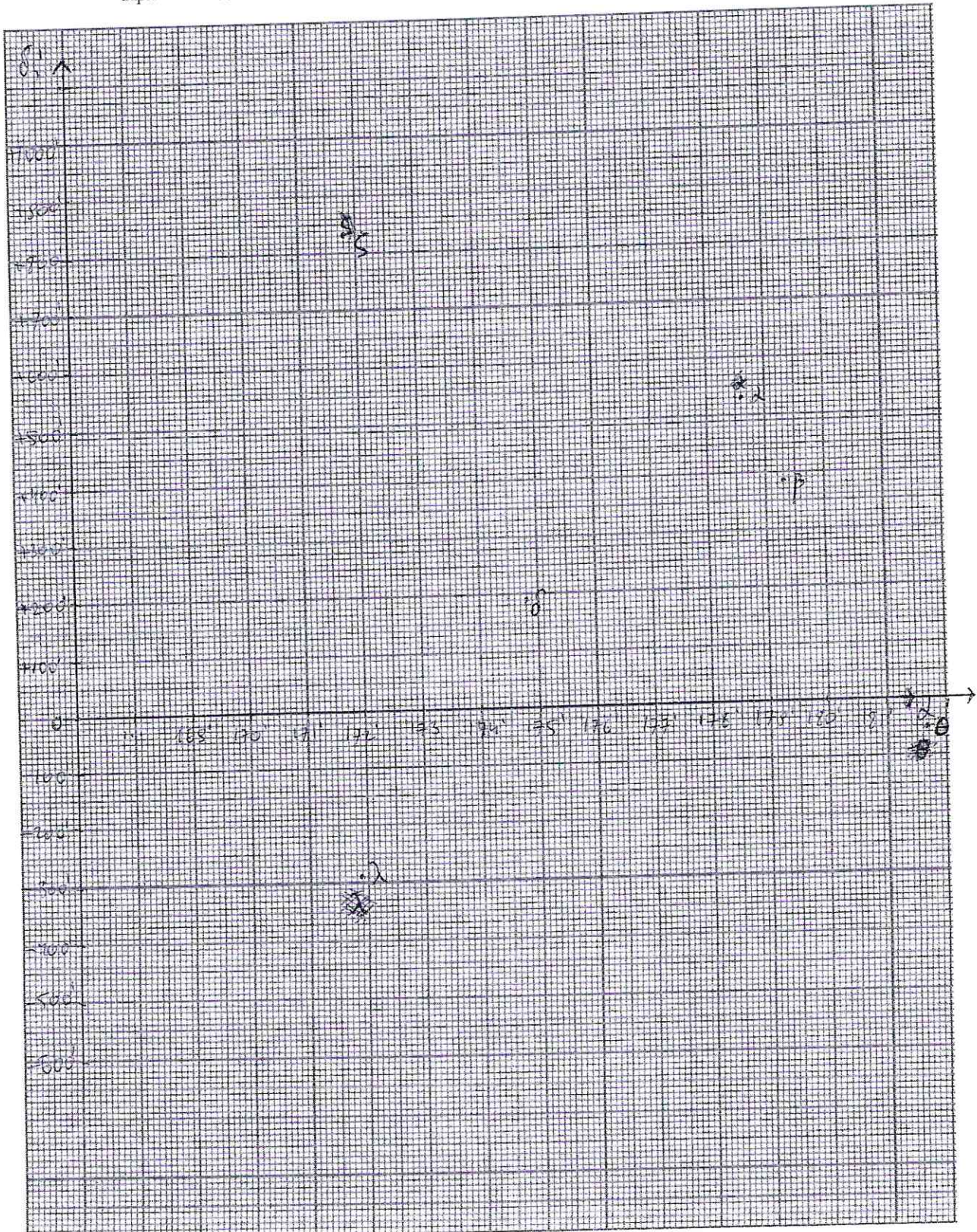
$$\left(\frac{R}{R_0}\right)^2 = 10^{10} \Rightarrow R = 10^5 R_0 \Rightarrow D = 2 \cdot 10^5 \cdot 685,500 \text{ км} \approx 1,381 \cdot 10^{11} \text{ км}$$

$$z = \frac{68 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{млн}} \cdot 1,381 \cdot 10^{11} \text{ км}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{км}}{\text{с}}} \cdot \frac{1}{0,467''} \cdot 206265'' \approx 4,51 \cdot 10^{-10}$$

Класс:	11
Задание:	6

Шифр:	1103
Страница:	1

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.



Класс:	11
Задание:	6

Шифр:	1103
Страница:	2

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

Переведем α и δ в ~~минуты~~ угловые минуты для каждой звезды,
известно, что $1^h = 15^\circ$; $1^m = 15'$ для α ; $1^\circ = 60'$ для δ .

	α	δ
α :	17862'	+532'
β :	17828,5'	+384'
γ :	17482,5'	+187'
ξ :	17181'	+832'
θ :	18168,5'	-48'
λ :	17183'	-283'

$$\begin{aligned} 18^h &= 17100' \\ 20^h &= 18000' \\ 50,8^m &= 762' \\ 55,3^m &= 828,5' \\ 25,5^m &= 382,5' \\ 5,4^m &= 81' \\ 11,3^m &= 768,5' \\ 6,2^m &= 93' \end{aligned}$$

Вычислим на какое расстояние
сместились звезды за 40.000 лет;

$$\begin{aligned} \alpha: & 660 \cdot 10^{-3} \cdot 40.000'' = 26400'' = 440' \\ \beta: & 485 \cdot 10^{-3} \cdot 40.000'' = 18400'' \approx 323,3' \\ \gamma: & 268 \cdot 10^{-3} \cdot 40.000'' = 10720'' \approx 178,7' \\ \xi: & 88 \cdot 10^{-3} \cdot 40000'' = 3520'' \approx 58,7' \\ \theta: & 40 \cdot 10^{-3} \cdot 40000'' = 1600'' \approx 26,7' \\ \lambda: & 81 \cdot 10^{-3} \cdot 40.000'' = 3640'' \approx 60,7' \end{aligned}$$

Дополнительный бланк. Заполните все необходимые графы.

Класс:	11
Задание:	4

Шифр:	1103
Страница:	2

Выполняйте решение только на лицевой стороне бланка.
При необходимости Вы можете получить дополнительные страницы для решения.

~~$\bar{\rho}_2 = 3 m$~~

$$\bar{\rho}_2 = \frac{3 \cdot 12 \cdot 1,888 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3,14 \cdot (868,4 \cdot 685,5 \cdot 10^6)^3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 0,0000258 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2,59 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$L \sim m^4$$

$$L_0 = 2 m_0^4 \Rightarrow \frac{L_1}{L_0} = \frac{m_1^4}{m_0^4} \Rightarrow m_1 = \sqrt[4]{\frac{L_1}{L_0}} m_0$$

$$L_1 = 2 m_1^4$$

$$m_1 = \sqrt[4]{78,53} \approx 2,88 m_0$$

Аналогично определим $\bar{\rho}_1$

$$\bar{\rho}_1 = \frac{3 m_1}{4 \pi R_1^3}$$

$$\bar{\rho}_1 = \frac{3 \cdot 2,88 \cdot 1,888 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3,14 \cdot (3 \cdot 685,5 \cdot 10^6)^3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \approx 156,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$