

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ РАБОТЫ УЧАСТНИКА

Класс:

Шифр:

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) <i>Борисов ИИ</i>	0	3	8	8	2	0	21	
Эксперт №2 (Ф.И.О) <i>Михайлова ИИ</i>	0	3	8	8	2	0	21	
Председатель жюри (Ф.И.О) <i>Горюхи</i>	0	3	8	8	2	0	21	

Класс:	
Задание:	1

Шифр:	1109
Страница:	1

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

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta, \text{ где } \varphi - \text{географическая широта} \Rightarrow$$

Если $h = 0$; $\delta = 0$, то $\varphi = 90^\circ$ - т.е. высота кузевая,
то видно и 90° южной и 90°
северной широты.

✓
Координаты пунктов 90° с.ш. и 90° ю.ш.

Отв: 90° с.ш.; 90° ю.ш.

Класс:	
Задание:	2

Шифр:	7104
Страница:	1

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

2) T_c - синодический период астероида
 $T_\oplus$ - период обращения Земли
 T_A - период обращения астероида

~~$\frac{1}{T_c} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T_A}$ - формула для астероида~~

~~Внутренний астероид и внеш-~~

~~$\frac{1}{T_c} = \frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_\oplus} \Rightarrow T_c = \frac{T_A \cdot T_\oplus}{T_A - T_\oplus} \Rightarrow T_A = \frac{T_\oplus \cdot T_c}{T_c - T_\oplus}$~~

~~$T_A \cdot T_c - T_\oplus \cdot T_c = T_A \cdot T_\oplus \Rightarrow T_A \cdot (T_c - T_\oplus) = T_\oplus \cdot T_c \Rightarrow T_A = \frac{T_\oplus \cdot T_c}{T_c - T_\oplus}$~~

~~$T_c - T_\oplus < 0 \Rightarrow T_A = \frac{T_\oplus \cdot T_c}{T_\oplus - T_c} = \frac{365,2564 \text{ сут.} \cdot 365,2422 \text{ сут.}}{365,2564 - 365,2422 \text{ сут.}}$~~

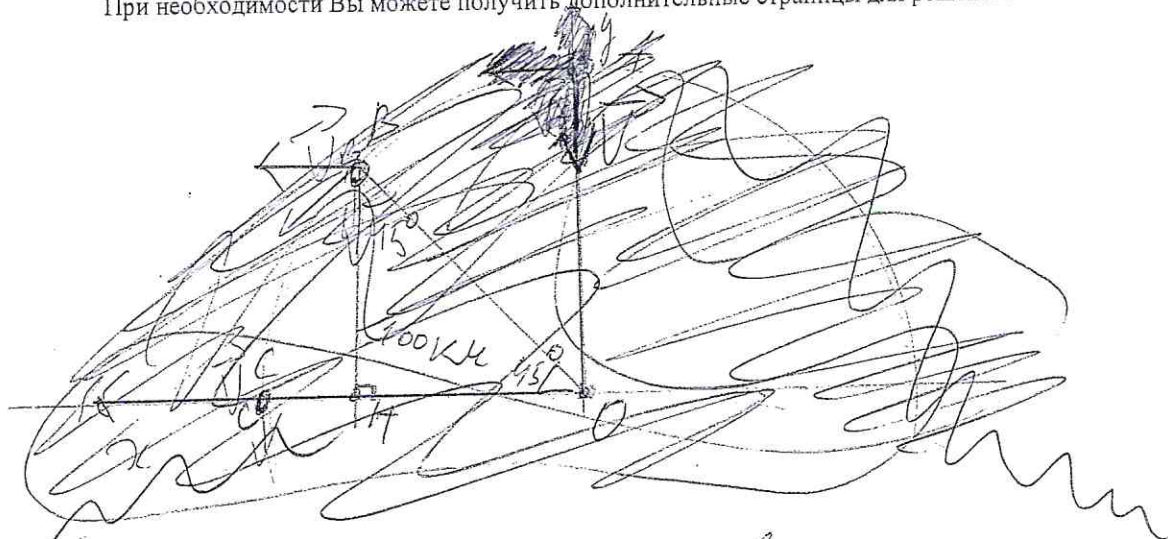
~~$T_A = \frac{33407,0511 \text{ сут.}}{0,0142 \text{ сут.}} = 234862,454 \text{ сут.}$~~

$\frac{1}{T_c} = \frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_\oplus}$, т.к. синодический период
меньше периода обращения Земли, то

Класс:	
Задание:	3

Шифр:	7104
Страница:	1

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



Из-за того, что кривизна Земли в рассматриваемом варианте незначительна, можно считать, что от точки В до горизонта только те, сколько до Земли, т.е. $BH = 100 \text{ км}$.

$BH = 100 \text{ км}$, а $\angle BOH = 45^\circ \Rightarrow OB = 141 \text{ км}$
Если метеорит летит по параллели $\Rightarrow$
у него В-я космическая скорость,
тогда $u = v_3 + v_4 = 7,18 \text{ км/с}$ — относительная скорость при входе в атмосферу.
 $W = \frac{v}{R}$ угловая скорость ~~и~~ v — линейная скорость перпендикулярная радиусу в рассматриваемой точке.

Класс:	
Задание:	4

Шифр:	1104
Страница:	1

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

Очевидно, что в таблице ρ и ρ_0 характеризуют
солнца в пункте светимости в светимости
солнца $|E_0|$ имеет 1.00.

Далее, для звезды №1, т.е. это звезда главной
последовательности, применима формула:

$$\frac{E}{E_0} = \left(\frac{M}{M_0}\right)^4 \Rightarrow E = \left(\frac{M}{M_0}\right)^4 \cdot E_0, \text{ с другой стороны}$$

$$E = 4\pi R^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \Rightarrow \frac{E}{E_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^2 \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^4 \Rightarrow E = 9 \cdot \left(\frac{7000}{5800}\right)^4 \cdot E_0$$

$$E = 9 \cdot 8,84 \cdot E_0 \approx 79,5 E_0 \Rightarrow \text{В таблицу в значение светимости заносится } 79,5.$$

Возвращаясь к формуле $E = \left(\frac{M}{M_0}\right)^4 \cdot E_0$ получаем,
что $\left(\frac{M}{M_0}\right)^4 = 79,5 \Rightarrow M^4 = 79,5 \cdot M_0^4 \Rightarrow M = M_0 \sqrt[4]{79,5} \approx 3 M_0 \Rightarrow$

В таблицу заносится 3

Далее, $\rho = \frac{M}{V}$; $V = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow \frac{V}{V_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^3 \Rightarrow \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{M}{V} \cdot \frac{V_0}{M_0}$

$$\rho = \frac{R_0^3}{27 R_0^3} \cdot \frac{3 M_0}{M_0} \cdot \rho_0 \approx 157 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3} - \text{в таблицу заносится } 157$$

Класс:	
Задание:	5

Шифр:	1104
Страница:	1

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

Известно ~~обращение~~ угличения галактик по закону Хаббла $V = H \cdot r$, при этом по закону Красного смещения $V = z \cdot c \Rightarrow$

$z \cdot c = H \cdot r \Rightarrow z = \frac{H \cdot r}{c}$, где H - к. Хаббла, r - расстояние до галактики, c - скорость света.

Если E планетам это $10^{10} \cdot E_0$, то M - абсолютная звездная величина галактики

$$M_0 - 25 = 4,72^m - 25^m = -20,28^m + 25$$

Человеческий глаз видит объекты до

$6^m \Rightarrow M = m - 5 \lg \frac{d}{d_0}$, где d - расстояние, $d_0 = 10 \text{ пк}$

$$m = M + 5 \lg \frac{d}{d_0} = M + 5 \lg d - 5 \Rightarrow 5 \lg d = m + 5 - M$$

$$\lg d = \frac{m + 5 - M}{5} = \frac{6 + 5 + 20,28}{5} = 6,256$$

$$d = 1803017 \text{ пк} = 1,8 \text{ Мпк}$$

$$r = 1,8 \text{ Мпк}$$

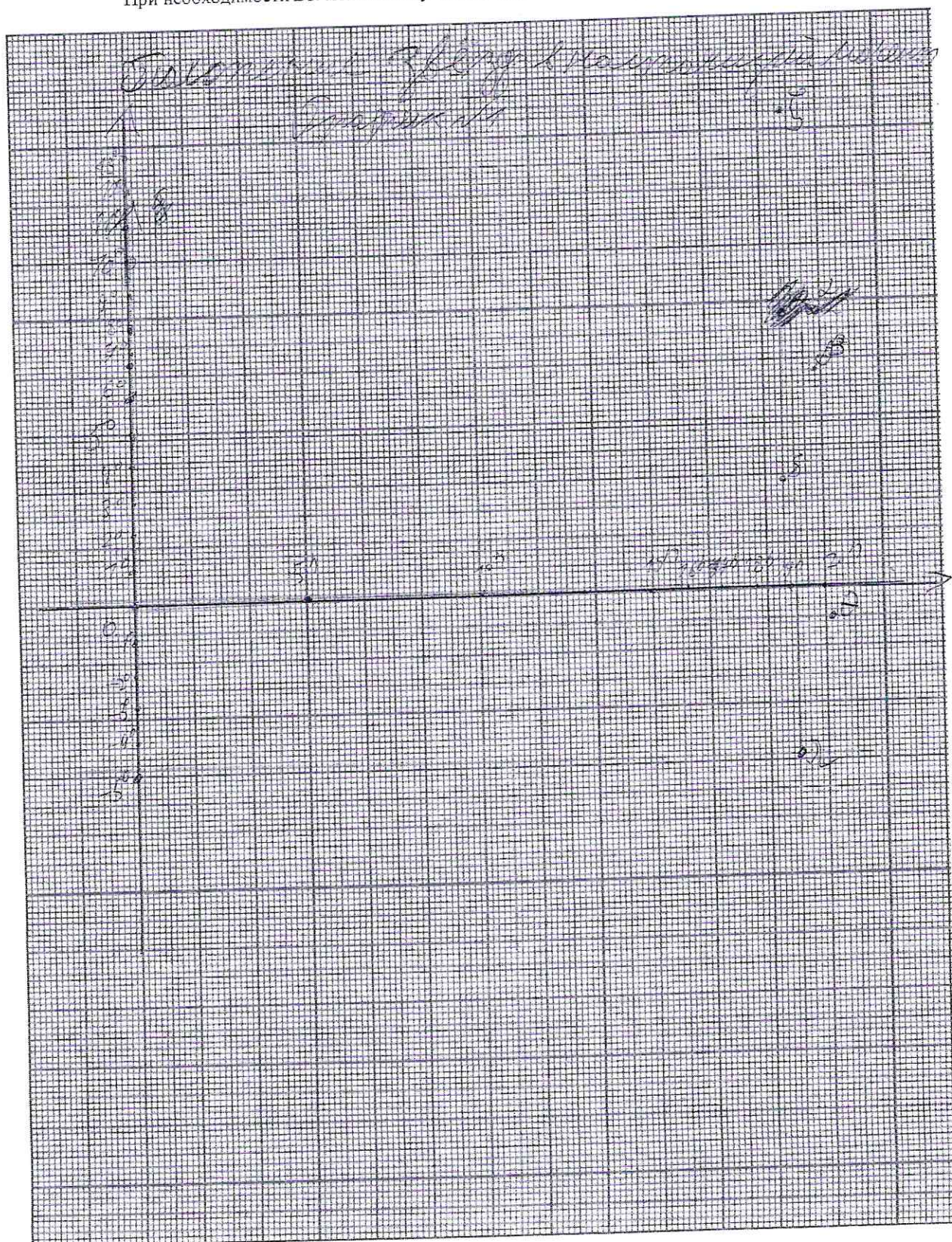
$$z = \frac{H \cdot r}{c} = 41 \cdot 10^{-8} = 4,1 \cdot 10^{-7}$$

Гиб: $z = 4,1 \cdot 10^{-7}$

Класс:	
Задание:	6

Шифр:	7704
Страница:	1

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



Класс:	
Задание:	6

Шифр:	1104
Страница:	2

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

На графике α - положение
звёзд в настоящее время.

Дополнительный бланк. Заполните все необходимые графы.

Класс:	
Задание:	4

Шифр:	1704
Страница:	2

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

Для нахождения эквипотенциальной
звёздной величины будет применена
следующая формула:

$$\frac{E_1}{E_0} = 2,512^{M_0 - M_1}$$

$$\frac{E_1}{E_0} = 79,5$$

$$79,5 = 2,512^{M_0 - M_1}$$

$$\lg 79,5 = \lg 2,512^{M_0 - M_1}$$

$$1,9 = M_0 - M_1 \cdot 0,4$$

$$M_0 - M_1 = 4,75$$

$$M_1 = M_0 - 4,75 = +0,05^m$$

В таблице счёт значение +0,05

Звезда $\alpha 2$ - сверхгигант $\Rightarrow$ кмей
метрическая формула $\frac{E}{E_0} = \left| \frac{M}{M_0} \right|^4$

По формуле нахождения светимости
используем формулу: $E = 4\pi R^2 \cdot \sigma \cdot T^4$, найдем, что

$$\frac{E}{E_0} = \frac{R^2}{R_0^2} \cdot \frac{T^4}{T_0^4} \Rightarrow R^2 = \frac{E}{E_0} \cdot \frac{R_0^2 \cdot T_0^4}{T^4} \Rightarrow R^2 = 10^5 \cdot 11,654^4 \cdot R_0^2 \Rightarrow R = 868 \cdot R_0$$

Дополнительный бланк. Заполните все необходимые графы.

Класс:	
Задание:	4

Шифр:	7104
Страница:	8

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

Радиус звезды - 868 солнечных

$$\rho = \frac{R_0^3}{R^3} \cdot \frac{M}{M_0} \cdot \rho_0 = \frac{R_0^3}{868^3 \cdot R_0^3} \cdot \frac{12 M_0}{M_0} \cdot \rho_0 = \frac{12}{654 \cdot 10^6} \cdot \rho_0$$

$$\rho = 0,018 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_0 = 25,38 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2538 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Светимость:

$$\frac{E_2}{E_0} = 2,572 \cdot 10^5 = 10^5$$

$$10^5 = 2,572 \cdot 10^5$$

$$5 = \lg 2,572 \cdot 10^5$$

$$5 = 0,41 M_0 - M_2$$

$$12,5 = M_0 - M_2$$

$$M_2 = M_0 - 12,5$$

$$M_2 = -4,7 \quad \text{Таблица}$$

Характеристика	Солнце	Звезда №1	Звезда №2
Масса (в массах Солнца)	1.00	3.0	12
Радиус (в радиусах Солнца)	1.00	3.0	868
Светимость (в светимостях Солнца)	1.00	49,5	100000
Средняя плотность (в кг/м³)	1410	154	2,538 · 10⁻⁵
Температура поверхности (в К)	5800	10000	3500
Логарифмическая величина зв. блеска	+4,8	+0,05	-4,7

Дополнительный бланк. Заполните все необходимые графы.

Класс:	
Задание:	2

Шифр:	7709
Страница:	2

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

астероид Явено внутренний.

Тогда

$$T_A < T_\oplus \Rightarrow \frac{1}{T_A} > \frac{1}{T_\oplus}$$

$$T_c = \frac{T_A \cdot T_\oplus}{T_\oplus - T_A} \Rightarrow T_c \cdot (T_\oplus - T_A) = T_A \cdot T_\oplus \Rightarrow T_c \cdot T_\oplus - T_A \cdot T_c = T_A \cdot T_\oplus$$

$$= T_A \cdot T_\oplus \Rightarrow T_A \cdot T_c + T_A \cdot T_\oplus = T_c \cdot T_\oplus \Rightarrow T_A = \frac{T_c \cdot T_\oplus}{T_c + T_\oplus}$$

$$T_A = \frac{365,2422 \text{ сут} \cdot 365,2564 \text{ сут}}{(365,2422 + 365,2564) \text{ сут}} = \frac{133407,0511 \text{ сут}^2}{730,4986 \text{ сут}}$$

$$T_A = 182,624 \text{ сут} + 25$$

$$T_A \approx 0,499 T_\oplus$$

По 3-му 3. Кеплера ~~$\frac{T^2}{a^3} = \frac{T_\oplus^2}{a_\oplus^3}$~~ $\frac{T^2}{a^3} = \frac{T_\oplus^2}{a_\oplus^3}$

$$\frac{0,499^2 \cdot T_\oplus^2}{a^3} = \frac{T_\oplus^2}{a_\oplus^3} \Rightarrow a^3 = 0,499^2 \cdot a_\oplus^3 \Rightarrow a = \sqrt[3]{0,499^2 \cdot a_\oplus^3} = 0,629 a_\oplus$$

Пл.к. орбита круговая, то $a = R \Rightarrow R = 0,629 a_\oplus$ +15

$$R \approx 9,4 \cdot 10^{10} \text{ м} = 94 \text{ млн км}$$

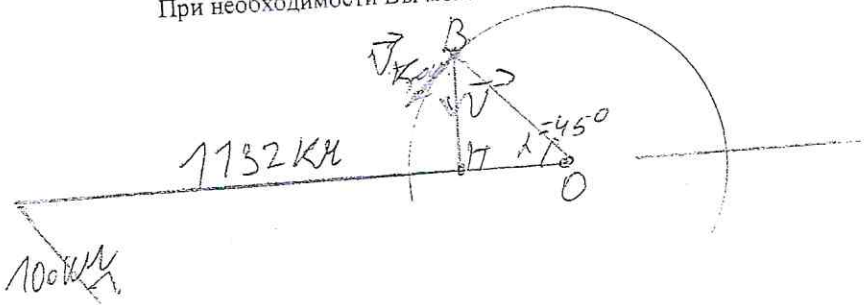
Ответ: $R = 0,629 a_\oplus = 94 \text{ млн км}$.

Дополнительный бланк. Заполните все необходимые графы.

Класс:	
Задание:	3

Шифр:	1104
Страница:	2

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



Чтобы найти угловую скорость неведомого, надо посчитать его угловую скорость движения по окружности с радиусом, равным расстоянию от центра до касательной.

Для этого найдём скорость в касательной в точке B. $v_{кас} = v \cdot \sin \alpha$, где α - угол между касательной и точкой $L = 45^\circ$. $v_{кас} = 50,3 \text{ км/с}$

$$\omega_B = \frac{v}{R} = \frac{50,3 \text{ км/с}}{141 \text{ км}} = 0,36 \text{ рад/с} \approx 20,63 \text{ град/сек}$$

ω_B - угловая скорость при угле 45°
Угол прохождение горизонта линейная скорость
по касательной совпадает со скоростью $41,3 \text{ км/с}$
 $v = 41,3 \text{ км/с} \Rightarrow \omega = 0,29 \text{ рад/с} \approx 16,39 \text{ град/сек}$

В точке B расстояние до центра $1132 \text{ км} / \sqrt{R_3^2 + R_3^2} \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} = 0,063 \text{ рад/с} = 3,61 \text{ град/сек}$

Ответ: При $\alpha = 45^\circ$, $\omega = 20,63 \text{ град/сек}$; при прохождении горизонта $\omega = 3,61 \text{ град/сек}$.