

*Региональная предметно-методическая комиссия
по астрономии*



**ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ**

*Задания муниципального этапа всероссийской олимпиады
школьников 2024/2025 учебного года
по астрономии*

Тула – 2024

9 класс

9.1. Скопление галактик

Скопление находится от нас на расстоянии $r \approx 100$ Мпк. Его угловой диаметр $\varphi \approx 5^\circ$. Оцените радиус R скопления (в Мпк).

9.2. Система звезды LHS 1140

У этой звезды обнаружена планета, на которой возможна жизнь.

1) Параллакс звезды $\pi = 80$ mas. Найдите расстояние r до этой звезды в парсеках (пк).
 2) В систему звезды отправляется звездолёт, скорость которого $v = 0,1c$ (в единицах скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с). Оцените время такого полёта (в годах).

1 пк $\approx 3,1 \cdot 10^{16}$ м; 1 год $\approx 3,2 \cdot 10^7$ с.

3) Масса планеты $M \approx 6,6M_\oplus$, её радиус $R \approx 1,4R_\oplus$. Здесь $M_\oplus = 6 \cdot 10^{24}$ кг, $R_\oplus = 6400$ км – масса и радиус Земли соответственно. Вычислите ускорение g свободного падения на поверхности планеты.

Гравитационная постоянная: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг²,

1 mas – 1 миллиарсекунда, кратная доля арсекунды (угловой секунды).

9.3. Вход космического корабля в сферу действия Луны

Космический корабль (К) входит в сферу действия Луны так, как показано на рисунке. Скорость корабля относительно центра Земли $V = 0,2$ км/с. Скорость Луны относительно центра Земли $V_L = 1,0$ км/с.

1) С какой скоростью $\vec{v}$ (по модулю и направлению) корабль входит в сферу действия Луны относительно центра Луны?
 2) Как в дальнейшем будет двигаться корабль внутри сферы действия и по какой траектории? Как будет изменяться скорость корабля (возрастать, убывать, останется неизменной)?

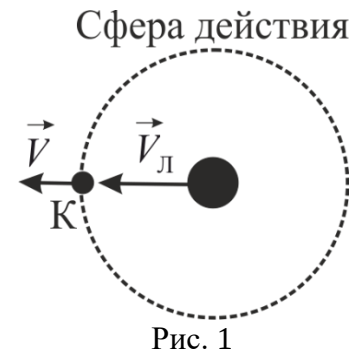


Рис. 1

Задача 9.4. Вокруг "чёрной дыры"

Космический корабль движется вокруг "чёрной дыры" (ЧД) по круговой орбите радиуса

$r = 20000 R_g$, где $R_g = \frac{2GM}{c^2}$ – гравитационный радиус ЧД, M – масса ЧД, G – гравитационная постоянная, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света в вакууме. Вычислите орбитальную скорость (в единицах скорости света c) космического корабля.

9.5. Квазар 3C 273

1) **Переменность источника излучения** позволяет оценить размеры области излучения, указать их верхний предел. Оптическое излучение квазара сильно переменн; за время $\tau \approx 1$ год светимость изменялась в десятки и сотни раз (рис. 2). Оцените верхний предел размера l_m квазара. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с, 1 год $\approx 3,2 \cdot 10^7$ с.

2) **Закон Хаббла.** Галактики и квазары удаляются от нас со скоростями v , пропорциональными расстояниям R до них: $v = H \cdot R$ (рис. 3). Коэффициент пропорциональности H , его называют постоянной Хаббла, находят из наблюдений. Оцените скорость (в км/с), с которой удаляется от нас квазар, если расстояние до него

$R = 735$ Мпк. Постоянную Хаббла $\left(\text{в } \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}} \right)$ оцените по графику на рис. 3.

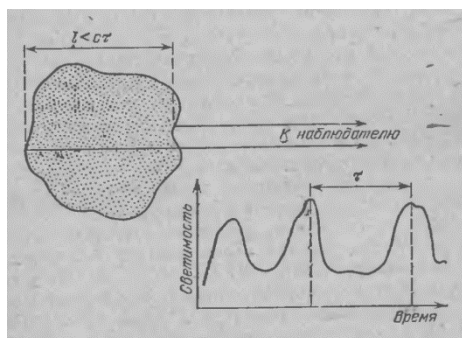


Рис. 2

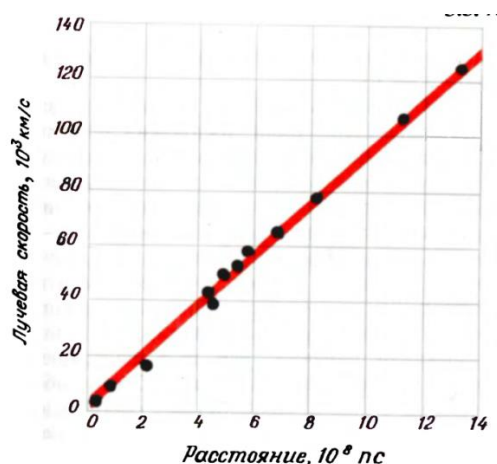


Рис. 3

(пс – устаревшее обозначение парсек)

9.6. Звезда Сириус А

Радиус этой звезды $R = 1,7R_{\odot}$, температура (эффективная) её поверхности $T = 9940$ К. Экваториальная скорость вращения звезды $v_{\text{экв}} = 16,7$ км/с.

1) Вычислите период вращения T_0 звезды (в земных сутках).

Радиус Солнца: $R_{\odot} = 7 \cdot 10^8$ м.

2) Вычислите светимость L этой звезды (в единицах солнечной светимости $L_{\odot} = 4 \cdot 10^{26}$ Вт).
Постоянная Стефана-Больцмана: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴).

3) Вычислите массу M этой звезды (в единицах солнечной массы $M_{\odot}$) из соотношения

"светимость – масса"
$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right)^4.$$