



**XXXII Санкт-Петербургская
Астрономическая олимпиада**
теоретический тур

2025
2
февраля

11 класс

1. Известны две компактные массивные эллиптические галактики, причем одна из них имеет космологическое красное смещение $z_1 \approx 3$, а вторая находится в локальной Вселенной (и ее $z_2 \approx 0$). Считая галактики полностью одинаковыми, оцените, во сколько раз отличаются их наблюдаемые болометрические поверхностные яркости.
2. Шаровое звездное скопление имеет радиус 20 пк и состоит из звезд, похожих на Солнце. В начальный момент времени некоторая звезда находится в 3 пк от центра скопления и движется в направлении, перпендикулярном направлению на центр скопления, со скоростью 10 км/с. Оцените максимальное расстояние от центра скопления, на котором может оказаться звезда, и время (отсчитанное от начального момента), через которое это произойдет. Скопление однородное: концентрация звезд в скоплении всюду одинакова.
3. У красного карлика с массой $0.35 M_{\odot}$ обнаружена планета с массой и средним радиусом как у Земли. Известно, что орбитальный период планеты составляет 6 часов. Оцените отношение минимального и максимального радиусов планеты.
4. В центральной области туманности вокруг молодой звезды спектрального класса O5 ($T_0 = 4 \cdot 10^4$ К) наблюдается область ионизованного водорода (HII). На краю той же туманности находится звезда спектрального класса B2 ($T_B = 2 \cdot 10^4$ К), также окруженная областью HII, угловой размер которой в 2 раза больше углового размера первой области. Оцените, во сколько раз отличаются концентрации водорода в этих областях. Можно считать что характерные температуры областей HII практически одинаковы.
5. В нейтронной звезде могут возбуждаться колебания, характеризующиеся циклической частотой ω и числом m , определяющим зависимость свойств этих колебаний от азимутального угла ϕ . Колебания могут приводить к излучению гравитационных волн, при этом темп потерь момента импульса J и потерь полной энергии системы E связаны соотношением

$$E = -\frac{\omega}{m}J.$$

Считая, что энергию звезды, вращающейся с угловой скоростью Ω , можно представить как сумму вращательной энергии и энергии, связанной с колебаниями, найдите условие, при котором излучение гравитационных волн будет приводить к раскачке колебаний. Ответ должен быть выражен через переменные m , ω и Ω .