

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии
Заключительный этап – 2022 год

Первый (базовый) тур

БАЗОВЫЙ ТУР



9/10.1. СПУТНИК В НЕБЕ

Условие. Искусственный спутник Земли движется по круговой орбите. При наблюдении из некоторой точки на поверхности Земли он может располагаться на высотах от -80° (спутник под горизонтом) до $+10^\circ$ (спутник над горизонтом). Найдите высоту спутника над поверхностью Земли. Рефракцией пренебречь.



10.2. ЛУННЫЙ ОТРАЖАТЕЛЬ

Условие. На Луне установили отражатель – идеальное плоское зеркало, имеющее форму круга. В один момент зеркало отразило свет Солнца на Землю. При наблюдении с Земли в максимуме яркости пятно на Луне имело такую же звездную величину, как расположенная рядом на небе Венера в наибольшей элонгации. Определите диаметр зеркала. Орбиты Луны и планет считать круговыми, потемнение диска Солнца к краю не учитывать.



9/10.3. ПОСЛАНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИЯМ

Условие. Астрономы открыли обитаемые планеты у двух далеких звезд. Одна из них (звезда А) располагалась на небе на эклиптике, другая (звезда В) – в полюсе эклиптики. Расстояние до обеих звезд оказалось одинаковым, звезды были неподвижны относительно Солнца. Было принято решение отправить к ним одинаковые космические аппараты с посланием от землян. Технические возможности позволяли отправить аппарат с Земли, придав ему стартовую геоцентрическую скорость ровно 54 км/с, далее он летел без двигателей, не встречаясь ни с какими другими телами на своем пути. Какая из двух обитаемых планет может быть достигнута аппаратом быстрее при оптимальном расчете траектории и во сколько раз? Орбиту Земли считать круговой, влиянием атмосферы Земли пренебречь.



10/11.4. МИССИЯ СПАСЕНИЯ II

Условие. В далеком будущем Солнце в ходе своей эволюции будет постепенно увеличивать свою светимость, а температура его поверхности будет уменьшаться. Для сохранения жизни на Земле цивилизация научилась медленно "отодвигать" Землю от Солнца так, чтобы тепловые условия на поверхности нашей планеты оставались постоянными. Вместе с Землей от Солнца отодвигаться будет и Луна, оставаясь на современном расстоянии от Земли (вековое удаление Луны от Земли цивилизация давно остановила, чтобы не удлинились сутки). При какой эффективной температуре Солнца на Земле прекратятся полные теневые лунные затмения? любые теневые лунные затмения? Парниковые свойства атмосферы и альbedo Земли считать неизменными, орбиты Земли вокруг Солнца и Луны вокруг Земли – круговыми. Преломление и рассеяние света Солнца в атмосфере Земли не учитывать.



9/10.5. В ДИСКЕ ГАЛАКТИКИ

Условие. Некоторая звезда наблюдается в небе Земли в Млечном пути, в 90° от центра Галактики. Ее собственное движение на небе направлено вдоль Млечного пути и составляет $0.0050''$ в год. Считая, что звезды в диске обращаются по круговым траекториям в одной плоскости в одном направлении со скоростью 230 км/с, не зависящей от расстояния до центра Галактики, определите расстояние от Солнца до звезды. Солнце удалено от центра Галактики на 8.5 кпк.



10/11.6. СУДЬБА ЦЕФЕИД

Условие. Перед Вами две диаграммы:

[1] Диаграмма «период – светимость» для некоторых цефеид нашей Галактики, Большого и Малого Магеллановых облаков, Туманности Андромеды и NGC 6822. По осям отложены десятичный логарифм периода в сутках и средний по периоду десятичный логарифм светимости по отношению к Солнцу. Разные значки относятся к разным галактикам, что для решения данной задачи принципиального значения не имеет, свойства цефеид считаются одинаковыми во всех галактиках.

[2] Диаграмма «период – возраст» для цефеид тех же галактик, выборка отличается от [1], логарифмы десятичные.

Исходя из этих диаграмм, выведите связь между абсолютными болометрическими звездными величинами одной и той же звезды на стадии главной последовательности (m_M) и цефеиды (средняя по периоду, m_C). Получите ее в виде линейного соотношения

$$m_C = A \cdot m_M + B,$$

определив коэффициенты A и B . При анализе считать, что все звезды во всех указанных галактиках одиночные, при образовании имеют одинаковый химический состав, время жизни Солнца на главной последовательности равно 10 миллиардам лет. Светимость звезды на главной последовательности L_M считать постоянной во времени и пропорциональной M^4 (M – масса звезды), а все стадии эволюции звезд после главной последовательности – кратковременны.

