



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Класс: 11

Страница: 1

11.1. Летняя ночь

Наблюдатель находится в северном полушарии Земли на широте φ , меньшей широты Полярного круга, в момент летнего солнцестояния. На какой максимальной высоте над горизонтом он может увидеть планету Солнечной системы в сумеречный и ночной период, когда Солнце располагается не выше горизонта? Орбиты планеты и Земли – круговые с радиусами R и R_0 соответственно. Считать Солнце и планету точечными объектами, орбита планеты лежит в плоскости эклиптики, рефракцией пренебречь.

11.2. Радиант в движении

В момент максимума активности метеорного потока его радиант наблюдается на эклиптике в 90° от Солнца и смещается по ходу периода активности вдоль эклиптики с угловой скоростью ω (она считается положительной, если радиант движется в том же направлении, что и Солнце, и отрицательной при встречном движении). Определите характерную большую полуось орбит метеорных частиц, считая, что метеорный рой компактен, и все его частицы имеют одинаковую гелиоцентрическую долготу перигелия. Орбиту Земли считать круговой с радиусом R_0 , масса Солнца равна M , взаимодействие частиц с Землей и осевое вращение Земли не учитывать.

11.3. Далекое небо

В рамках программы поиска обитаемых миров космический аппарат будущего совершил посадку на некоторую планету около звезды сферической формы и измерил физические характеристики планетной атмосферы. Оказалось, что ее вертикальная оптическая толщина равна τ , а показатель преломления воздуха у поверхности – n . Определите зависимость полной звездной величины звезды m и ее поверхностной звездной величины (с квадратной секунды) μ от видимого зенитного расстояния центра звезды z , если в зените эти величины составляли m_0 и μ_0 соответственно.

При решении рассмотрите положения звезды достаточно высоко над горизонтом, когда не нужно принимать в расчет кривизну поверхности планеты, и атмосфера считается состоящей из плоскопараллельных слоев. Считайте, что $\tau \ll 1$ и $(n - 1) \ll 1$, обе величины не зависят от длины волны, однако взаимное соотношение между ними может быть любым. Ответ нужно получить с точностью до слагаемых порядка τ^1 и $(n - 1)^1$. Отражением света от атмосферных слоев пренебречь, угловой диаметр звезды в небе считать малым.

11.4. Тонкий баланс

Слабо пульсирующая переменная звезда изменяет свою звездную величину по синусоидальному закону с периодом τ , разница болометрических звездных величин в минимуме и максимуме равна Δm . Черная теплопроводная сферическая пылинка радиусом r и плотностью ρ находится вдали от поверхности звезды. Она не вращается вокруг звезды, а лишь совершает колебательные движения вдоль направления на звезду, при этом ее средние за период колебаний расстояние до звезды R и температура T остаются постоянными. Определите длину отрезка, который описывает пылинка в ходе колебаний. Считать величину изменений блеска Δm и период колебаний τ малыми ($\Delta m \ll 1$, период много меньше орбитального периода, соответствующего расстоянию R). Пылинка взаимодействует с излучением по законам геометрической оптики.



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Класс: 11

Страница: 2

11.5. Чудесное спасение

Белый карлик массы m обращается по круговой орбите радиуса R вокруг сверхмассивной черной дыры массы M . Космический аппарат в результате неудачных действий экипажа также оказался на круговой орбите вокруг этой черной дыры. Он движется в той же плоскости и почти по той же траектории, что и белый карлик, но в противоположном направлении, и не имеет запасов топлива. При какой максимальной разнице радиусов орбит аппарата и белого карлика ΔR после их первой встречи аппарат улетит от сверхмассивной черной дыры?

При решении считать, что $m \ll M$, $\Delta R \ll R$, сама величина R значительно больше гравитационного радиуса черной дыры, размерами белого карлика и релятивистскими эффектами пренебречь.

11.6. Множество миров

Предположим, мы оказались внутри крупной системы из большого числа звезд главной последовательности. Вокруг каждой звезды по круговой орбите с радиусом l движется по одной планете с радиусом r , все планеты одинаковы. Большая сеть одинаковых наземных телескопов на разных широтах Земли провела длительную серию измерений всех доступных им звезд, проникающая способность телескопа (болометрическая звездная величина) равна m . Приборы позволяют фиксировать относительное изменение яркости звезды $\Delta J/J$, не меньшее фиксированной величины $\eta \ll 1$. Планеты существенно меньше звезд по размерам и массе, оси орбит планет ориентированы в пространстве хаотично.

Звезды в пределах возможности наблюдения телескопов расположены однородно, объемная концентрация звезд с массами от M до $M+dM$ соответствует функции Солпитера $dn = n_0(M/M_0)^{-\alpha} dM/M_0$. Для этих звезд выполняется соотношение «масса – светимость» $(L/L_0) = (M/M_0)^4$ и «масса – радиус» $(R/R_0) = (M/M_0)$. Индекс «0» в этих случаях соответствует Солнцу. Минимальная масса звезды равна M_M . Все характеристики Солнца (R_0 , M_0 , абсолютная болометрическая звездная величина m_0) заданы. Межзвездным и атмосферным поглощением света, потемнением звезд к краю пренебречь. Звезды не экранируют друг друга. Определите полное число открытых планет.