



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Класс: 10

Страница: 1

10.1. Пролетая над столицами

Спутник, движущийся по круговой орбите вокруг Земли, последовательно побывал в зените в Каракасе ($10^{\circ}30'$ с.ш., $66^{\circ}56'$ з.д.) и Кито ($0^{\circ}13'$ ю.ш., $78^{\circ}31'$ з.д.) с интервалом 20 минут. Определите радиус и наклонение орбиты спутника.

10.2. В закатном небе

Во время недолгого перерыва в работе строители новой научной базы на поверхности Марса любят закатом Солнца. Сразу после него на фоне зари появились две яркие планеты – Венера и Земля, вступившие в тесное соединение (без покрытия) друг с другом невдалеке от Солнца на небе и имеющие одинаковую видимую яркость. Определите угловое расстояние Венеры и Земли от Солнца, а также величины их фаз. Считать орбиты всех планет круговыми. Принять также, что за счет плотных атмосфер и облаков поверхностная яркость освещенных частей дисков Венеры и Земли не зависит от фазового угла (между направлением на Солнце и наблюдателя). Сумеречными эффектами (освещенностью атмосфер Венеры и Земли во время сумерек) пренебречь.

10.3. Кубодетектор

В жесткой гамма-области, где невозможно построение телескопа как оптической схемы, направление на источник иногда определяется по отношению потоков энергии от него через площадки детектора, по-разному ориентированные в пространстве. В космос запускается гамма-детектор, имеющий форму куба, каждая из шести граней которого имеет одинаковую чувствительность и фиксирует поток энергии через свою площадь с внешней стороны куба. Она это делает с точностью 3%, то есть при истинном потоке J измеренный с равной вероятностью будет лежать в интервале от $0.97J$ до $1.03J$. Определите максимально возможную угловую «площадь ошибок» (в квадратных градусах) участка неба, где может находиться источник, координаты которого измерены детектором один раз.

10.4. Таинственный мир

Экспедиция прибыла на планету, обращающуюся вокруг далекой звезды, и приступила к исследованиям. Оказалось, что в месте базирования экспедиции местная звезда каждый день проходила через зенит, но климат существенно менялся в течение года. Участники экспедиции заметили, что ночью комфортные условия ($T=+20^{\circ}\text{C}$) в палатке без обогрева в теплый сезон достигались при длительном нахождении там одного человека, а в холодный сезон для этого требовалось присутствие сразу трех человек. При этом «солнечные» сутки в теплый сезон были на 0.2% длиннее, чем в холодный, а местный год состоял из 100 местных «солнечных» суток. Перепад температур между ночью и днем был постоянен в течение года и составлял 20° . Атмосфера была вполне пригодной для дыхания, при этом была очень сухой и не обладала парниковыми свойствами, поверхность состояла в основном из очень темных пород, имеющих малую теплопроводность. Спектральный состав излучения звезды и ее физические свойства были аналогичны солнечным. Определите период осевого вращения планеты и эксцентриситет ее орбиты.



XXX Всероссийская олимпиада по астрономии
Заключительный этап
ФТ «Сириус», 27 марта – 2 апреля 2023 г.



ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Класс: 10

Страница: 2

10.5. Урановое Солнце

На заре развития ядерной физики было высказано предположение, что энерговыделение Солнца в течение многих миллиардов лет обеспечивалось распадом урана-238. Известно, что период полураспада этого изотопа урана составляет 4.47 млрд лет, что можно считать равным возрасту Земли, который был уже известен к тому времени. При этом образуются другие радиоактивные изотопы, распад которых происходит существенно быстрее. Энерговыделение в ходе всего цикла реакций, начиная с одного атома ^{238}U , составляет 6.7 МэВ. Определите минимально возможную массу Солнца в предположении такого механизма его свечения.

10.6. Гигантский обзор неба

В 2024 году планируется к запуску проект LSST (Large Synoptic Survey Telescope) или телескоп имени Веры Рубин, построенный в Чили (широта -30°). Одна из основных задач этого телескопа – автоматизированный поиск сверхновых звезд. Телескоп имеет составное зеркало эффективным диаметром 6.7 метра и поле зрения 9.6 квадратного градуса. Телескоп оснащен системой адаптивной оптики, исправляющей атмосферные искажения, и системой ПЗС-матриц общим объемом 3.2 гигапикселя. Авторы проекта считают, что телескоп может делать полный обзор всей видимой из обсерватории части неба (высота объекта над горизонтом не менее 55°) за 3 ночи и за 10 лет открыть 3 миллиона сверхновых звезд. На основании этих данных оцените количество спиральных галактик на кубический мегапарсек.

Считайте, что сверхновые звезды вспыхивают в основном в спиральных галактиках, и это происходит в каждой из них в среднем раз в 100 лет. Фон неба в месте постройки обсерватории составляет 21.5^m на квадратную секунду, сверхновую можно обнаружить, если средние отсчеты от нее хотя бы на одном пикселе матрицы превосходят отсчеты от фона. Межзвездным поглощением и влиянием космологических факторов на видимую яркость далеких объектов пренебречь.