



9 класс

1. Где на небесной сфере находятся звезды, расстояния до которых при наземных наблюдениях можно определить со сравнительно более высокой точностью? К каким созвездиям эти звезды принадлежат?
2. 23 января 1999 года был зарегистрирован мощный гамма-всплеск. После определения расстояния до его источника оказалось, что суммарная энергия выделившегося при всплеске излучения составила $3 \cdot 10^{47}$ Дж (в предположении, что излучение было изотропным — одинаковым во всех направлениях). Одним из возможных вариантов объяснения гамма-всплеска является схема, при которой образовавшееся при вспышке обычной сверхновой излучение испускается в узком конусе. Оцените величину угла раскрытия (т.е. угла при вершине) для такого конуса, если у средней сверхновой суммарная энергия излучения составляет $\approx 2 \cdot 10^{42}$ Дж.
3. Известно, что когда Вега находится в зените, от нее на каждый квадратный сантиметр поверхности земли приходит около 10^6 фотонов за секунду. Оцените, сколько фотонов за одну секунду приходит на главное зеркало космического телескопа им.Хаббла (HST) от объекта с видимой звездной величиной $+30^m$. Диаметр главного зеркала HST составляет 2.4 метра.
4. В фильме «Про Красную Шапочку» Звездочет пел песню с такими словами:

А на Луне, на Луне
На голубом валуне
Лунные люди смотрят, глаз не сводят,
Как над Луной, над Луной
Каждую ночь шар Земной
Очень красиво всходит и заходит.

Как Вы думаете, может ли на Луне восходить и заходить Земля? Если да — может ли это происходить каждую ночь? Если это все-таки возможно, укажите примерные селенографические координаты областей на Луне, где можно наблюдать подобное зрелище. Имейте в виду, что селенографическая долгота отсчитывается от нулевого меридиана, проходящего через центр лунного диска во время кольцеобразного солнечного затмения.

5. Оцените максимально возможное и минимально возможное значение периода обращения кометы вокруг Солнца.

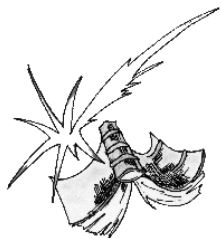


XX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2013
16
февраля

9 класс

1. При каких значениях угла наклона орбиты Венеры к эклиптике мы могли бы любоваться прохождением Венеры по диску Солнца каждое нижнее соединение?
2. Студент-астроном едет на электричке. Он заметил, что угол между азимутом центра диска Луны и направлением движения поезда в начале пути составлял 20° , а в конце пути — 120° . Время поездки составляет 40 минут. Определите возможный диапазон значений угла поворота железной дороги на этом маршруте.
3. С некоторого астероида периодически можно наблюдать полное затмение Солнца, вызванное прохождением по диску Солнца планеты Юпитер. При этом полное затмение продолжается не больше минуты. Сколько времени проходит между двумя такими последовательными затмениями? Орбиты Юпитера и астероида считать круговыми и лежащими в одной плоскости.
4. Сегодня ночью мимо Земли на минимальном расстоянии, примерно равном радиусу орбиты геостационарных спутников, пролетел астероид 2012DA14. Максимальный блеск астероида оказался близким к 7^m . Оцените размер астероида, считая, что его альбедо совпадает с альбедо Луны.
5. Обитающая в некоторой галактике сверхцивилизация рассылает от своей звезды равномерно во все стороны исследовательские станции, которые движутся прямолинейно с постоянной и одинаковой у всех станций скоростью. При этом сверхцивилизация хочет, чтобы в каждый момент времени количество станций в единице объема не зависело от расстояния до звезды (в пределах сферы, до которой добрались первые запущенные станции). Как в таком случае должно зависеть количество станций, запускаемых сверхцивилизацией в единицу времени, от времени?

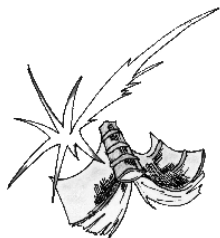


XXI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2014
15
февраля

9 класс

1. Покажите, что угловое перемещение любой внешней планеты относительно звезд за один земной год для земного наблюдателя тем меньше, чем больше радиус орбиты планеты.
2. В 2014 году будет наблюдаться всего четыре затмения: два лунных, два солнечных; в октябре и апреле. Как Вы думаете, какого типа они будут? Обоснуйте свой ответ.
3. Оцените максимально возможную разность расстояний от Полярной звезды до Земли и до Луны.
4. Считается, что источниками длинных гамма-всплесков являются вспышки сверхновых определенного типа. Однако при этом оптическое излучение вспышки распространяется во всех направлениях, а гамма-излучение испускается только в двух направленных в противоположные стороны узких конусах с угловым диаметром 5° . Предполагая, что мы можем наблюдать все подобные объекты, находящиеся на расстояниях, не превышающих 500 Мпк, оцените, во сколько раз чаще можно будет наблюдать сверхновые этого типа, чем длинные гамма-всплески.
5. Полная амплитуда изменения звездной величины геосинхронного спутника (с периодом обращения, в точности равном суткам) составляет 5^m . Оцените минимальную высоту спутника над поверхностью Земли.

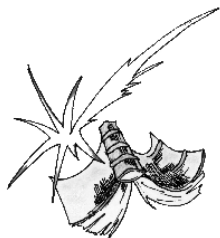


XXII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2015
28
февраля

9 класс

1. Первые успешные попытки измерить расстояние до звезд были предприняты тремя астрономами: В. Струве в Дерптской обсерватории, Ф. Бесселем в Кенигсбергской обсерватории и Т. Хендерсоном в Капской обсерватории. Каждый из них выбрал для наблюдений одну звезду: Вегу, 61 Лебеда и α Центавра соответственно. Назовите критерии, которыми руководствовались эти астрономы при выборе звезд, и объясните свой ответ.
2. Два искусственных спутника Земли с одинаковым периодом обращения, равным 12 часам, столкнулись. Оцените максимально возможную скорость их столкновения.
3. В ночь перед наблюдением солнечного затмения 14 ноября 2012 года на севере Австралии астроном заметил, что Магеллановы Облака можно использовать в качестве часов. В некоторый момент он взглянул на небо и увидел, что линия, соединяющая Облака, параллельна горизонту. Сколько часов астроному оставалось ждать до наступления затмения, если известно, что затмение началось на рассвете? Большое Магелланово Облако имеет координаты: прямое восхождение $\alpha_1 = 5^h30^m$ и склонение $\delta_1 = -70^\circ$, а Малое — $\alpha_2 = 1^h00^m$, $\delta_2 = -70^\circ$.
4. В двух одинаковых галактиках вспыхнули две одинаковые сверхновые типа SN Ia, причем в максимуме блеска видимая звездная величина сверхновой в первой галактике оказалась равной $+15^m$, а сверхновой во второй — $+17^m$. Какая из галактик находится дальше от Земли? Найдите отношение расстояний до этих галактик. На сколько звездных величин отличаются суммарные видимые звездные величины этих галактик?
5. На краю видимого с Земли диска Солнца одновременно появились два солнечных пятна, причем одно находилось на экваторе Солнца, а другое — на гелиографической широте 45° . Найдите угловое расстояние между пятнами (для земного наблюдателя) в тот момент, когда первое из них достигнет центрального меридиана на диске Солнца. Угловая скорость вращения пятен $\omega = \omega_0 (1 - b \cdot \sin^2 \varphi)$, где $\omega_0 = 2.9 \cdot 10^{-6}$ Гц, $b = 0.19$, φ — гелиографическая широта.

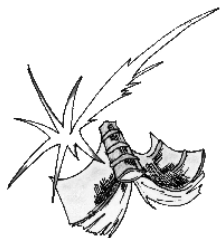


XXIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2016
14
февраля

9 класс

1. В сказке Льюиса Кэролла у Алисы, попавшей в Страну чудес, постоянно менялся рост. На сколько изменялась максимальная видимая звездная величина объектов, доступных Алисе для наблюдений невооруженным глазом, если ее рост менялся от 5 см до 5 м?
2. При изучении астероидов Главного пояса было замечено, что они в основном расположены в области $\pm 4^\circ$ от эклиптики, а границы пояса определяются зонами, в которых отношение периода обращения Юпитера вокруг Солнца к периоду обращения астероида составляет 3 : 1 и 3 : 2. Считая, что общее количество астероидов — примерно 300 тысяч, оцените среднее расстояние между двумя соседними астероидами.
3. Про звезду Вега известно, что она очень сильно сплюснута. Оцените отношение экваториального и полярного радиусов Веги, считая, что при наблюдении ее с разных сторон ее звездная величина изменялась бы максимум на 1^m . Считать поверхностную яркость «диска» Веги со всех сторон постоянной.
4. Как многие помнят, первые кентавры, с которыми встретился в своей жизни Гарри Поттер, дружно посмотрели вверх на небо и сообщили, что «Марс сегодня ярк». Из описания следует, что встреча произошла майской ночью 1992 года, примерно в полночь. Докажите, что кентавры нагло ввали, если известно, что в мае 2016 года видимая звездная величина Марса достигнет -2^m . Период обращения Марса вокруг Солнца составляет 1.88 лет.
5. В планетной системе EPIC 201367065 вокруг центральной звезды радиуса $R_\star = 0.56R_\odot$ и массы $0.6M_\odot$ вращаются три планеты, радиусы которых равны $r_1 = 0.0348R_\star$, $r_2 = 0.0279R_\star$, $r_3 = 0.0248R_\star$, а радиусы орбит равны $a_1 = 0.078$ а.е., $a_2 = 0.14$ а.е., $a_3 = 0.21$ а.е. соответственно. Для гипотетических обитателей какой из планет — второй или третьей — прохождение ближайшей к ней внутренней планеты по диску звезды будет длиться дольше? Орбиты планет считать круговыми и лежащими в одной плоскости, все три планеты вращаются вокруг звезды в одном направлении.



XXIV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2017
5
февраля

9 класс

1. Вспомните «Песню Звездочета» из фильма «Красная Шапочка»:

... звезда с звездой говорит.

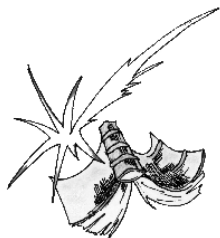
— Который час?

— Двенадцатый, примерно...

— А на Земле в этот час лучше всего видно нас.....

Считая, что разговор происходит сегодня, оцените возможные значения экваториальных координат разговаривающих звезд.

2. Звезда Барнарда (V2500 Oph) имеет: собственное движение по прямому восхождению $-0.8''/\text{год}$, по склонению $10''.3/\text{год}$; ее лучевая скорость равна -110 км/с ; ее годичный параллакс составляет $0''.55$. Определите, когда ее полное собственное движение было (или будет) максимальным. Чему оно при этом будет равно?
3. В некоторой планетной системе звезда имеет радиус, равный солнечному. Одна из планет имеет радиус орбиты 0.3 а.е. , вторая — 2 а.е. . Плоскость орбиты первой планеты наклонена на 5° к плоскости вращения звезды, орбита второй планеты лежит в плоскости вращения звезды. На поверхности звезды имеется пятно на широте $+10^\circ$. Можно ли с экватора второй планеты наблюдать затмение первой планетой пятна, если ось вращения второй планеты перпендикулярна плоскости ее орбиты?
4. Оцените путь, который Солнце проходит в Солнечной системе (относительно центра масс Солнечной системы) за год.
5. Звезда, имеющая видимую звездную величину 5^m , расположена на расстоянии 100 пк от Солнца. На каком расстоянии от звезды должна располагаться планета, чтобы количество энергии, приходящее на единицу площади планеты, было таким же, как на Земле от Солнца?

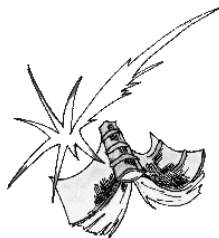


**XXV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2018
4
февраля**

9 класс

1. В некоторый день Луна, будучи в полнолунии, покрыла Альдебаран. Через месяц Луна снова покрыла Альдебаран. Какой была фаза Луны (с точностью до 1%) во время второго покрытия?
2. В Древней Греции термином «стадий» называли расстояние, которое человек проходит за время восхода Солнца. Определим аналогичное понятие для Луны: лунным стадием назовем расстояние, которое пройдет наблюдатель в течение времени восхода Земли для этого наблюдателя. Оцените минимальную величину такого лунного стадия.
3. Маша увидела мем в интернете: «На верхней полке ехать выгодно! За счет кривизны поверхности Земли верхняя полка описывает дугу большего радиуса, чем нижняя. Соответственно, на верхней полке за те же деньги проезжаешь чуть большее расстояние.» «А ведь и правда!» — подумала Маша и купила билет на верхнюю полку. Сколько денег сэкономит Маша на пути из Петербурга в Москву, если билет стоит 1200 рублей? Москва находится на $7^{\circ}.5$ восточнее и на 4° южнее Петербурга, железная дорога соединяет города по кратчайшему расстоянию.
4. 12 сентября 2014 года кульминация Дубхе ($\alpha = 11^h04^m, \delta = 61^{\circ}40'$) в центре Санкт-Петербурга (на широте $\varphi = 59^{\circ}56'$) наблюдалась в 23^h46^m по истинному солнечному времени. В этот же момент кульминировала вторая звезда, причем сумма высот этих звезд составила 90° . Определите склонение второй звезды.
5. Собственное движение второй звезды в два раза меньше, чем первой, а видимая звездная величина на единицу больше. У какой звезды лучевая скорость больше, если полные скорости их равны, а также равны светимости?

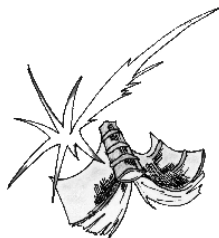


XXVI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2019
3
февраля

9 класс

1. Илон Маск мечтает сделать интернет доступным для всех. Для этого он планирует запустить множество спутников на орбиты с одинаковой высотой. Рассчитайте период обращения одного спутника и их минимальное количество, если по техническому заданию устойчивый прием возможен в случае, когда спутник находится на высоте не менее 40° над горизонтом.
2. Полярник, встречавший восход Солнца в 2018 году на северном полюсе Земли, обнаружил, что верхняя точка диска Солнца впервые появилась на горизонте в некотором направлении. Будет это направление тем же или нет в 2019 году? Если нет — чему будет равен угол между этими направлениями и в какую сторону от направления 2018 года его надо будет отсчитывать? Изменением атмосферной рефракции из-за смены погодных условий пренебречь.
3. Затмение Агафокла — одно из самых известных античных затмений — произошло 15 августа 310 года до н.э. Это затмение было полным на Геллеспонте (сейчас этот пролив называется Дарданеллы, 40° с.ш., 30° в.д.), где его наблюдал Калипп. Известно, что Аристил с Тимохарисом наблюдали это затмение в Александрии (30° с.ш., 30° в.д.), причем они видели, что тень Луны двигалась перпендикулярно меридиану. Оцените максимальную фазу затмения в Александрии.
4. Оцените, какая часть звезд, хотя бы иногда оказывающихся над горизонтом в Петербурге, всегда оказывается в верхней кульминации к северу от зенита.
5. Некоторая звезда обладает видимой звездной величиной 7^m и ненулевым собственным движением. Какова будет ее видимая звездная величина в тот момент, когда собственное движение звезды уменьшится в 4 раза? Полная скорость звезды остается постоянной.



**XXVII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

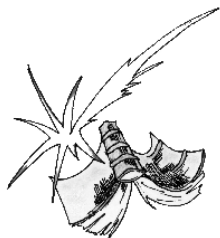
**2020
2
февраля**

9 класс

1. Первым сахаром, обнаруженным в межзвездных облаках, стал гликольальдегид CH_2OHCHO . В некотором облаке с радиусом 2 парсека лучевая концентрация (количество молекул в столбике/колонке с площадью основания 1 см^2) в направлении на центр облака составляет $2.8 \cdot 10^{14}$ молекул на см^2 . Оцените общую массу молекул гликольальдегида в облаке.
2. Космический корабль с фантастическим двигателем, который обладает пренебрежимо малым расходом топлива и способен годами разгонять корабль с ускорением 1 g , совершает перелет между околоземной орбитой и околомарсианской орбитой. Оцените, в каких пределах может меняться продолжительность такого перелета, если известно, что и около Земли, и около Марса корабль должен иметь нулевую скорость относительно Солнца.
3. Звезда R Андромеды из-за сильного звездного ветра теряет 10^{-6} масс Солнца в год. Считая, что звездный ветер уносится от звезды прямолинейно и равномерно со скоростью $3 \cdot 10^2 \text{ км/с}$, оцените концентрацию частиц звездного ветра от этой звезды в окрестности Солнечной системы. Годичный параллакс R And равен $0''.004$.
4. Каждый телескоп системы KELT (Kilodegree Extremely Little Telescope) оснащен линзовым объективом с диаметром 42 мм и ПЗС-матрицей размером $37 \times 37 \text{ мм}$, содержащей 4096×4096 пикселей. Поле зрения телескопа составляет $26^\circ \times 26^\circ$. Максимальная чувствительность матрицы достигается на длине волны 600 нм. Определите предельное угловое разрешение такого инструмента.
5. Рентгеновский источник в созвездии Лебедя Cyg X-3 является переменным. Было замечено, что из областей, находящихся на небе на угловом расстоянии $16''$ от Cyg X-3, также приходит переменное излучение с тем же периодом, однако максимумы и минимумы блеска наблюдаются с задержкой (по сравнению с Cyg X-3) на 2.7 года. Оцените, на каком расстоянии Cyg X-3 находится от Солнца. А от центра нашей Галактики?

Решения задачи и результаты тура будут опубликованы на сайте

<http://school.astro.spbu.ru>

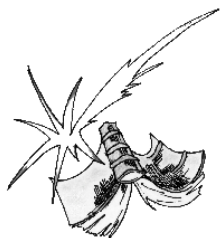


**XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2021
31
января**

9 класс

1. В далекой галактике произошла мощная вспышка, в результате которой выделилось 10^{55} Дж энергии. Предполагая, что эта вспышка явилась результатом падения вещества на центральную чёрную дыру, оцените количество звезд, похожих на Солнце, которые должны были бы упасть на чёрную дыру при этом. Можно считать, что при падении в виде излучения выделяется половина энергии покоя аккрецирующей массы (энергия покоя E_0 массы M равна $E_0 = Mc^2$, где c — скорость света).
2. В конце декабря начинающий астроном из Санкт-Петербурга пронаблюдал звезду Миру Кита ($\delta = -3^\circ$) вблизи максимума блеска за два часа до ее кульминации. Он сразу же сообщил своему другу из села Хатанга (72° с.ш., $102^\circ.5$ в.д.) о своем наблюдении. Может ли наблюдатель из Хатанги увидеть Миру в течение получаса после наблюдения из Петербурга?
3. Пять лет назад японская орбитальная обсерватория «Хитоми» разрушилась на орбите из-за ошибки системы ориентации, которая заставила обсерваторию слишком быстро вращаться вокруг своей оси. Оцените период вращения, при котором обсерватория стала разрушаться, если известно, что ее длина составляла 14 м.
4. Вокруг белого карлика по круговой орбите обращается экзопланета, период обращения равен $1/60$ орбитального периода Меркурия. Известно, что радиус белого карлика равен радиусу Земли, а средняя плотность равна $9 \cdot 10^8$ кг/м³. Могла ли планета существовать на этой орбите в то время, когда звезда еще была красным гигантом? Можно считать, что масса красного гиганта была вдвое больше массы белого карлика.
5. В некоторой планетной системе масса центральной звезды составляет 4 массы Солнца. Вокруг звезды по круговой орбите радиуса 4 а.е. вращается планета массой $3 \cdot 10^{24}$ кг. На расстоянии 400 тысяч километров от центра планеты по круговой орбите в той же плоскости вращается спутник радиусом 800 км. Определите период повторения фаз спутника для наблюдателя на планете.

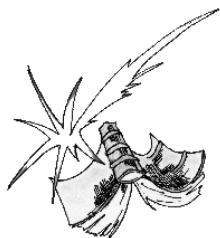


XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2022
6
февраля

9 класс

1. В далеком будущем часть человечества переселилась на планету, сила тяжести на полюсе которой была в точности такой же, как и на полюсе Земли, но сама планета при этом была заметно крупнее: длина ее экватора равнялась 60 тысячам километров. Чтобы не скучать по земной Луне, переселенцы решили поместить на орбиту вокруг планеты малую планету из местного пояса астероидов. Какого размера должна быть эта малая планета и на каком расстоянии от центра основной планеты поселения ее нужно поместить, чтобы и период обращения, и видимые размеры получившегося спутника были такими же, как у земной Луны?
2. Школьник Вася прочитал в энциклопедии о строении планеты в далекой звездной системе. 30% по радиусу занимает ядро, затем до 70% радиуса простирается внутренний слой с плотностью 3000 кг/м^3 , а дальше находится внешний слой со средней плотностью всего 600 кг/м^3 . Из-за кляксы на странице энциклопедии Вася не смог разобрать плотность ядра, но рассчитать ее он смог: в энциклопедии говорилось, что средняя плотность всей планеты равна 1530 кг/м^3 . Чему же равна плотность ядра планеты?
3. В одном из эпизодов сериала «Ведьмак» упоминается «Проклятие Чёрного Солнца», под действие которого попали девушки, родившиеся во время полного солнечного затмения. Оцените, сколько людей на Земле могло бы попасть под действие аналогичного «проклятия» за одно затмение. Считайте, что проклятие «работает», пока полное солнечное затмение наблюдается хотя бы в одной точке на Земле. Известно, что за год на Земле рождается около 160 миллионов детей.
4. Известно, что фронт ударной волны, образовавшейся в результате вспышки Сверхновой в однородной газовой среде, имеет сферическую форму с радиусом R , который зависит от времени t как $R(t) \propto E^{1/5} t^{2/5}$, где E — энергия взрыва (знак \propto означает пропорциональность). Пусть две Сверхновые, находящиеся на расстоянии 300 пк друг от друга, вспыхнули одновременно, причем одна из них была в 32 раза более мощной, чем другая. На каком расстоянии от более мощной Сверхновой фронты встретятся?
5. В самом высоком здании мира — небоскребе «Бурдж-Халифа» в Дубае — на высоте 442 м расположен самый высотный ресторан мира. Поскольку это мусульманская страна, в ресторане тщательно соблюдается запрет принимать пищу между восходом и заходом Солнца во время месяца Рамадан. Оцените максимально возможную разницу между продолжительностью дневного поста на уровне моря и в ресторане в «Бурдж-Халифе», если известно, что Дубай расположен на 25° северной широты.



**XXX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
теоретический тур

2023
12
февраля

9 класс

1. 62 года назад, 12 февраля 1961 года, к Венере была запущена автоматическая межпланетная станция «Венера-1». Определите примерную дату пролета АМС рядом с Венерой, если известно, что она двигалась по эллиптической орбите, касающейся орбит Земли и Венеры (так называемому эллипсу Гомана).
2. В будущем космический аппарат сел на поверхность астероида (диаметр 600 км, орбитальный период равен 4 года). Планетоход, работающий на солнечных батареях, отправился в путь по экватору астероида, за час проезжая 3 км. Период вращения астероида вокруг своей оси — 4 земных суток. Какую долю экватора успеет проехать планетоход, не попав в тень, если он начинает движение из центра освещенного полушария? Наклоном экватора астероида к плоскости его орбиты можно пренебречь.
3. В далеком будущем жители Марса заметили, что некоторый большой астероид Главного пояса приближается к Марсу на минимальное расстояние каждые 2 марсианских года. Сколько времени будет при этом длиться сеанс радиолокации астероида с Марса? Какую долю поверхности астероида при этом наблюдатели увидят освещенной? Орбиты Марса и астероида считать круговыми и лежащими в одной плоскости.
4. В очень далеком будущем земляне основали поселение «Земля-123» на планете земного типа в далекой звездной системе. В этой системе есть два газовых гиганта — «Юпитер-123» и «Сатурн-123» с радиусами орбит 8 и 12 а.е. соответственно. В какой-то момент времени для наблюдателя на экваторе «Земли-123» газовые гиганты оказались в противоположных точках неба на горизонте ровно в полдень. Спустя какое-то время «Юпитер-123» снова оказался в полдень в той же точке горизонта. Можно ли будет в ближайшую после этого события ночь наблюдать «Сатурн-123»? Известно, что местное солнце имеет массу 1.2 массы Солнца, а год на колонизированной планете длится 2 земных года. Углом наклона местного экватора к местной эклиптике пренебречь.
5. Как ни странно, но в настоящем при наблюдении видимой глазом затменной двойной звезды было обнаружено, что затмения наблюдаются раз в 88 часов, причем каждый раз блеск двойной ослабевает на $0^m.75$. Определите большую полуось системы, массы ее компонент и их цвета, если известно, что суммарная масса двойной звезды равна 1.8 масс Солнца.