

Всесибирская открытая олимпиада школьников по астрономии

Заключительный этап

7–8 классы

1. Сколько примерно земных лет потребуется космическому аппарату, чтобы с постоянной скоростью 15 км/с долететь до Плутона? гипотетического Облака Оорта (расстояние 50000 а.е.)? Проксимы Центавра (расстояние 4,24 светового года)? Приведите расчеты.
2. В конце января 2019 года Луна была в новолунии, а Венера находилась примерно в 15 градусах от Луны и в западной элонгации (не максимальной). В каком созвездии могла в это время находиться Венера? Ответ поясните.
3. Сколько примерно земных суток пройдет между максимальной западной элонгацией Венеры и ее верхним соединением? Приведите расчет.
4. Известно, что сутки на Земле увеличиваются на 2 мс за 100 лет. Как далеко от нас отстоит та эпоха, в которой юлианский календарь был максимально точен (год юлианского календаря близок к тропическому году)? В 1900 году продолжительность тропического года была равна 31556926 секунд или 365.242199 суток. Ход решения подробно объясните.

Всесибирская открытая олимпиада школьников по астрономии

Заключительный этап

9 класс

1. На каких широтах на Земле высота незаходящего Солнца в течение суток может изменяться ровно в три раза? Рефракцией и видимыми размерами Солнца пренебречь.

2. Над землёй произошла автоматическая стыковка двух спутников, летевших до стыковки по разным круговым орбитам с одинаковой высотой 450 км. При каких углах между начальными направлениями спутников итоговая «сцепка» не упадёт на Землю? Считать, что спутники при стыковке и после неё двигатели не включают.

3. В двойной системе звёзд, состоящей из компонент массами $2 M_{\odot}$ и $1,5 M_{\odot}$, массивная звезда начинает «уходить» с главной последовательности, постепенно превращаясь в красного гиганта и увеличивая свой радиус. При каком значении радиуса массивной звезды в системе начнётся аккреция – перетекание вещества гиганта на звезду-компаньон? Считаем, что общая масса звезды при «раздувании» сохраняется. Расстояние между компонентами системы – 20 а.е. [M_{\odot} – масса Солнца]

4. Звезда Лейтена находится на расстоянии 12 св. лет от Солнца, её прямое восхождение – $07^{\text{ч}} 27^{\text{м}} 24.49^{\text{с}}$ и склонение $+05^{\circ} 13' 32.82''$. Ближайшая к Звезде Лейтена система – это Прокцион, чьё прямое восхождение $07^{\text{ч}} 39^{\text{м}} 18^{\text{с}}$, склонение $+05^{\circ} 13' 29/20''$, а расстояние от Солнца – 11,4 св. года. Определить яркость Прокциона на небе планеты в системе Лейтена, если на земном небе его видимый блеск составляет $+0,4^{\text{m}}$.

5. Допустим, на экзопланете Kepler-442b есть высокоразвитая цивилизация. Их астрономы, заинтересовавшись нашим Солнцем, измерили его параллакс и получили значение 2,1 угловых миллисекунд. Оцените продолжительность года на планете Kepler-452b. Звезда Kepler-452 является двойником Солнца, расстояние до неё – 1830 св. лет.

6. Определите, до какой температуры можно нагреть абсолютно чёрный шар радиусом r с помощью солнечного излучения, собираемого зеркалом диаметром D и фокусным расстоянием F . Считать температуру всех точек шара одинаковой. Потерями энергии на пути к шару пренебречь.

Всесибирская открытая олимпиада школьников по астрономии

Заключительный этап

10 класс

1. Звезда Лейтена находится на расстоянии 12 св. лет от Солнца, её прямое восхождение – 07ч 27м 24.49с и склонение $+05^{\circ} 13' 32.82''$. Ближайшая к Звезде Лейтена система – это Прочион, чьё прямое восхождение 07ч 39м 18с, склонение $+05^{\circ} 13' 29/20''$, а расстояние от Солнца – 11,4 св. года. Определить яркость Прочиона на небе планеты в системе Лейтена, если на земном небе его видимый блеск составляет +0,4m.

2. 7 февраля 2018 года ракетой-носителем Falcon Heavy на гелиоцентрическую орбиту был выведен автомобиль Tesla Roadster, принадлежащий Илону Маску. Параметры орбиты приведены ниже.

Наклонение $1,05^{\circ}$ (к эклиптике)

Апоцентр 1,67 а. е.

Перицентр 0,98 а. е.

На каком расстоянии от Земли машина находится сейчас? Если бы запуск был совершён в «самый правильный» для полёта к Марсу момент, на каком минимальном расстоянии от планеты прошла бы машина?

3. Сколько звёзд увидит на тёмном ясном ночном небе наблюдатель на воздушном шаре на высоте 100 м, если наблюдатель на поверхности Земли в эту же ночь насчитал 2000 звёзд? Считать, что острота зрения у наблюдателей одинакова, облачности и других помех наблюдениям нет, рефракцией пренебречь.

4. В 1952 году известный американский философ Бертран Рассел в своих рассуждениях о доказательной базе современной науки ввел понятие «чайника Рассела»: *«Если бы я стал утверждать, что между Землей и Марсом вокруг Солнца по эллиптической орбите вращается фарфоровый чайник, никто не смог бы опровергнуть моё утверждение, добавь я предусмотрительно, что чайник слишком мал, чтобы обнаружить его даже при помощи самых мощных телескопов.»*

Предположим, что «чайник Рассела» вращается строго по орбите Земли с отставанием от неё ровно на полгода. Можем ли мы с помощью идеального наземного телескопа его увидеть? В какое время года лучше всего его искать? Определите видимую звёздную величину этого чайника и диаметр объектива телескопа, который требуется для наблюдений за ним. Считаем, что чайник абсолютно белый, то есть отражает весь падающий на него солнечный свет. Размеры чайника задайте, исходя из здравого смысла. Влиянием атмосферы и дифракционными ограничениями пренебречь.

Задачи № 5 и 6 – на второй странице

5. Двойная система состоит из нейтронной звезды ($R = 20$ км, $M = M_{\odot}$) и красного гиганта ($R = 25 R_{\odot}$, $M = M_{\odot}$). Орбитальный период системы составляет 40 дней. Будет ли в этой системе наблюдаться эффект аккреции, то есть перетекания вещества с красного гиганта на нейтронную звезду? Подтвердите ответ расчётами. [M_{\odot} и R_{\odot} – масса и радиус Солнца соответственно]

6. Центральная звезда планетной системы – голубая звезда с температурой $T = 10000$ К, радиусом $R = 10 R_{\odot}$ и массой $M = 6,7 M_{\odot}$. Определите радиус орбиты и период обращения планеты, климат которой такой же, как на Земле. [M_{\odot} и R_{\odot} – масса и радиус Солнца соответственно]

Всесибирская открытая олимпиада школьников по астрономии

Заключительный этап

11 класс

1. Вокруг Земли на круговых орбитах с высотами 450 км и 650 км вращаются два спутника. Над безопасным районом Тихого океана однократным включением двигателей спутников их геоцентрическую скорость обратили в ноль. Оцените скорость, с которой спутники упадут в океан. Считать, что спутники имеют идеальные аэродинамические характеристики, и торможением в атмосфере можно пренебречь.
2. Определите продолжительность астрономических сумерек (высота Солнца от -12° до -18°) в день летнего солнцестояния для наблюдателя а) в Пекине (40° с.ш.); б) в Новосибирске (55° с.ш.).
3. 7 февраля 2018 года ракетой-носителем Falcon Heavy на гелиоцентрическую орбиту был выведен автомобиль Tesla Roadster, принадлежащий Илону Маску. Параметры орбиты приведены ниже.

Наклонение $1,05^\circ$ (к плоскости эклиптики)

Апоцентр 1,67 а. е.

Перицентр 0,98 а. е.

Оцените расстояние от Земли, на котором машина находится сейчас. Если бы запуск был совершён в «самый правильный» для полёта к Марсу момент, на каком минимальном расстоянии от планеты прошла бы машина?

4. В 1952 году известный американский философ Бертран Рассел в своих рассуждениях о доказательной базе современной науки ввел понятие «чайника Рассела»: *«Если бы я стал утверждать, что между Землей и Марсом вокруг Солнца по эллиптической орбите вращается фарфоровый чайник, никто не смог бы опровергнуть моё утверждение, добавь я предусмотрительно, что чайник слишком мал, чтобы обнаружить его даже при помощи самых мощных телескопов.»*

Предположим, что «чайник Рассела» вращается строго по орбите Земли с отставанием от неё ровно на полгода. Можем ли мы с помощью идеального наземного телескопа его увидеть? В какое время года лучше всего его искать? Определите видимую звёздную величину этого чайника и диаметр объектива телескопа, который требуется для наблюдений за ним. Считаем, что чайник абсолютно белый, то есть отражает весь падающий на него солнечный свет. Размеры чайника задайте, исходя из здравого смысла. Влиянием атмосферы и дифракционными ограничениями пренебречь.

Задачи № 5 и 6 – на второй странице

5. Двойная система состоит из нейтронной звезды ($R = 20$ км, $M = M_{\odot}$) и красного гиганта ($R = 25 R_{\odot}$, $M = M_{\odot}$). Орбитальный период системы составляет 40 дней. Будет ли в этой системе наблюдаться эффект аккреции, то есть перетекания вещества с красного гиганта на нейтронную звезду? Подтвердите ответ расчётами. [M_{\odot} и R_{\odot} – масса и радиус Солнца соответственно]
6. Одна из ближайших к Солнечной системе звёзд – это Звезда Лейтена в созвездии Малый Пёс. А ближайшая система к Звезде Лейтена – это Процион, альфа Малого Пса. Параметры этих систем приведены в таблице ниже. Определите, когда эти системы были (или будут) максимально близко друг от друга, и на каком расстоянии.

Параметр	Звезда Лейтена	Процион А
Расстояние от Солнца	12,4 св. года	11,40 св. года
Прямое восхождение	07ч 27м 24.49с	07ч 39м 18.1с
Склонение	+05° 13' 32.82"	+05° 13' 29"
Лучевая скорость	+18,2 км/с	-4,1 км/с
Собственное движение:	RA: 571,26 mas в год Dec: -3694,25 mas в год	RA: -714.590 mas в год Dec.: -1036.80 mas в год
Параллакс	263 mas	284 mas
Видимая звёздная величина	+9,9m	+0,37m