

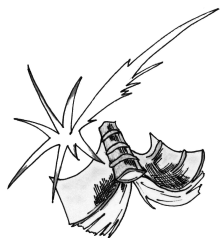


**XIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
теоретический тур

2012
19
февраля

7–8 классы

1. 6 июня состоится прохождение Венеры по диску Солнца. В каком направлении (справа налево или слева направо) Венера будет двигаться по диску? Зависит ли ответ на предыдущий вопрос от места наблюдения? Обоснуйте свой ответ.
2. Человек, стоящий на экваторе Земли, движется с некоторой скоростью относительно центра Земли. Космонавт, стоящий на экваторе Луны, движется с некоторой скоростью относительно центра Луны. Какая из этих двух скоростей больше и во сколько раз, если известно, что радиус Луны в 4 раза меньше радиуса Земли?
3. Астроном, находящийся в Петербурге, наблюдает некоторую звезду в зените. Другой астроном, в другом городе, в тот же момент наблюдает ту же звезду около горизонта. Оцените расстояние между городами. На каких материках может находиться второй город?
4. Оцените среднюю площадь одного созвездия в квадратных градусах.
5. Много лет назад в нашей Галактике недалеко друг от друга вспыхнули две Сверхновые. В результате вспышек образовалось два «пузыря» из горячего и разреженного межзвездного газа, плотность вещества которых меньше плотности окружающей межзвездной среды. Затем эти два «пузыря» начали двигаться относительно ближайших к ним звезд в диаметрально противоположных направлениях. Почему «пузыри» начали двигаться? Почему направления движения оказались противоположными?

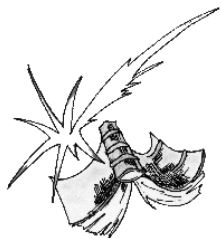


**XX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2013
27
января**

7–8 классы

1. Две звезды одновременно восходят в Петербурге. При этом известно, что первая звезда зайдет через 12 часов после восхода, а вторая — через 3 минуты после восхода. Расстояние от первой звезды до Солнца составляет 5 парсек. Расстояние от второй звезды до Солнца — 12 парсек. Чему равно расстояние между этими двумя звездами в парсеках?
2. Будем считать, что Солнце полностью состоит из протонов (ядер атомов водорода). Известно, что каждый отдельный протон сталкивается с каким-то другим протоном в среднем один раз в 10 миллиардов лет. Оцените, сколько столкновений двух протонов происходит в Солнце за одну секунду, если масса Солнца составляет $2 \cdot 10^{33}$ г, а масса одного протона — $2 \cdot 10^{-24}$ г.
3. Как известно, сейчас в России существует традиция отмечать «старый Новый год», который наступает в ночь с 13 на 14 января. Определите, в какой момент (с точностью до минуты) по московскому времени в 2013 году надо было отмечать наступление «старого Нового года», если известно, что дореволюционная Россия не только жила по юлианскому календарю, но и использовала в качестве стандартного времени среднее солнечное время Пулковской обсерватории. Долгота обсерватории равна $30^{\circ}19'$ восточной долготы.
4. Оцените размер (в километрах) деталей рельефа на диске Луны, видимых невооруженным глазом (т.е. без телескопа). Известно, что невооруженным глазом человек может увидеть детали с угловым размером не менее $1'$, диаметр Луны примерно в четыре раза меньше диаметра Земли.
5. Пунктуальный полярник идет вдоль центрального меридиана некоторого часового пояса к географическому полюсу, проходит через полюс и оказывается в другом часовом поясе. На сколько часов и вперед или назад полярнику надо перевести часы? Нужно ли ему менять дату на календаре, и если нужно, то в какую сторону? Рассмотрите все возможные случаи.



XXI Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2014
26
января

7–8 классы

1. Можно ли наблюдать где-нибудь на Земле какие-либо планеты круглосуточно? Какие именно и при каких условиях?
2. 21 января 2014 года в 20 часов по местному времени из города с координатами 0° широты и 120° восточной долготы на восток одновременно отправились корабль и самолет. Через некоторое время самолет приземлился в городе с координатами 0° широты и 60° западной долготы. Найдите дату и местное время в городе прибытия в момент приземления самолета, а также дату и местное время на корабле в тот же момент. Считать, что и самолет, и корабль движутся равномерно и прямолинейно, скорость самолета равна 1000 км/ч , скорость корабля — 25 км/ч .
3. Одна и та же внешняя планета наблюдается с Земли в квадратуре (когда угол «Солнце–Земля–планета» прямой) и в противостоянии (когда Земля находится между Солнцем и планетой на одной прямой с ними). Докажите, что видимая яркость планеты в противостоянии будет больше, чем в квадратуре.
4. В повести А.Н. и Б.Н. Стругацких «Страна багровых туч», один из героев читает статью о Венере в энциклопедии, в которой написано следующее:

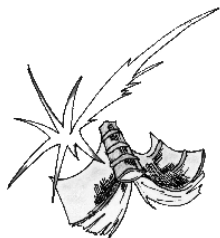
Венера — вторая по порядку от Солнца планета. Среднее расстояние от Солнца 0.723 астрономических единицы. . . Полный оборот вокруг Солнца В. совершает в 224 дня 17 часов. . . Средняя скорость движения по орбите 35 км/с . В. — самая близкая к нам планета. При прохождении между Землей и Солнцем ее расстояние от Земли может составлять 39 млн. км. Когда В. проходит за Солнцем, она находится от Земли на удалении в 258 млн. км. Диаметр В. составляет 12400 км , сжатие незаметно. Принимая данные для Земли за 1 , для В. будем иметь: диаметр 0.973 , площадь поверхности 0.95 , объем 0.92 , сила тяжести на поверхности 0.85 , плотность 0.88 (или 4.86 г/см^3), масса 0.81 . Период вращения вокруг оси составляет около 57 часов. В. окружена чрезвычайно плотной атмосферой из углекислоты и угарного газа, в которой плавают облака кристаллического аммиака.

Повесть была написана в 1959 году и статья соответствует представлениям о Венере того времени. Как Вы думаете, какие из приведенных в ней данных можно считать достоверными, а какие — нет? Укажите конкретные причины появления ошибок в данных.

5. Автоматическая станция, находящаяся на окраине Солнечной системы, удаляется от Солнца в направлении созвездия Козерога с постоянной скоростью, равной 90 км/с . С интервалами ровно в 24 часа станция испускает короткий радиосигнал в направлении Земли. На какое время может отличаться от 24 часов промежуток между приходами двух последовательных сигналов на Землю?

Решения задач и результаты тура смотрите на сайте

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

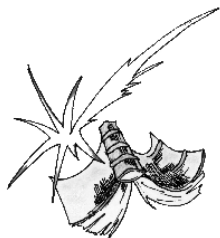


**XXII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2015
1
февраля**

7–8 классы

1. 26 января 2015 года произошло сближение астероида 2004 BL86 с Землей. Оцените видимый угловой размер астероида во время сближения, если его диаметр примерно 300 м, а расстояние до него при сближении было в три раза больше, чем расстояние от Земли до Луны. Можно ли было различить диск астероида при наблюдении с Земли? Радиус Луны составляет примерно $1/4$ радиуса Земли.
2. В Средневековье на Руси было принято византийское летоисчисление — началом года считалось 1 сентября, а счет лет велся «от сотворения Мира». Однако 19 декабря 7208 года «от сотворения Мира» Петр I подписал указ, согласно которому в ближайшее 1 января начинался новый, 1700 год «от Рождества Христова». Будем считать, что в допетровскую эпоху в Москве ($55^{\circ}45'$ с.ш., $37^{\circ}37'$ в.д.) пользовались средним местным солнечным временем. Какая сегодня (1 февраля 2015 года) дата по допетровскому календарю? Назовите точное время, которое показывали бы «допетровские» часы в Москве в 12 часов 00 минут по московскому времени.
3. Некоторая планетарная туманность была сфотографирована дважды с интервалом три года. Оказалось, что угловой диаметр туманности за это время увеличился на $0''.03$. При этом скорость удаления краев туманности от ее центра составляет 24 км/с. Оцените расстояние до туманности.
4. 4 февраля 2015 года Луна пройдет в 5° южнее Юпитера на небе. Найдите расстояние от Земли до Юпитера в этот момент, если известно, что в ночь с 25 на 26 февраля 2015 года в Петербурге можно будет наблюдать покрытие Альдебарана Луной. Радиус орбиты Юпитера около 5 а.е.
5. В нашей Галактике есть два типа звездных скоплений: рассеянные скопления, в каждом из которых около тысячи звезд, и шаровые скопления, в каждом из которых около миллиона звезд. Рассеянные скопления находятся в плоскости диска Галактики, шаровые распределены сферически-симметрично относительно центра Галактики. Как для наблюдателя с Земли расположены рассеянные скопления на небе? А шаровые? Объясните свой ответ.

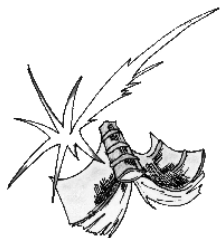


**XXIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2016
14
февраля**

7–8 классы

1. Через каждые шесть лет некоторый астероид с круговой орбитой наблюдается в противостоянии в созвездии Козерога. Через какое время после противостояния в Козероге астероид окажется в следующем противостоянии? В каком созвездии оно будет наблюдаться?
2. Атомарный водород в Галактике распределен в диске радиусом около 20 кпк и толщиной порядка 50 пк, масса всего атомарного водорода составляет около $7 \cdot 10^9$ масс Солнца. Зная, что масса одного атома водорода равна $2 \cdot 10^{-24}$ г, оцените концентрацию атомов водорода (количество атомов в единице объема) в диске Галактики, если известно, что масса Солнца составляет $2 \cdot 10^{30}$ кг.
3. Некоторое небесное тело с массой, равной одной массе Солнца, обладает следующим свойством: вес мухи, помещенной на его поверхность, совпадал бы с весом слона на Земле. Оцените плотность данного небесного тела. К какому типу объектов может принадлежать это тело?
4. Оцените, при каком максимальном угле наклона орбиты Венеры к эклиптике мы могли бы любоваться прохождением Венеры по диску Солнца каждое нижнее соединение?
5. Представьте себе, что сегодня утром, 14 февраля 2016 года, незадолго до восхода Солнца вы захотели посмотреть на парад всех ярких планет Солнечной системы и Луну. В каком порядке (с востока на запад) эти объекты располагались на небе? Вам известно, что: 9 марта на Земле произойдет полное солнечное затмение; неделю назад Меркурий был в наибольшей западной элонгации; Венера находится на расстоянии $28^\circ.5$ к западу от Солнца; Марс находится в созвездии Весов; 8 марта Юпитер будет в противостоянии; Сатурн не находится ни в одном из зодиакальных созвездий.



XXIV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2017
5
февраля

7–8 классы

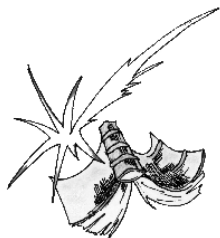
1. 9 июля в 4 часа утра Луна наблюдается в полнолунии. В тот же день двумя часами позже Луна на небе окажется рядом с Плутоном. Когда наступит ближайшее противостояние Плутона?

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

Там высоко-высоко кто-то пролил молоко
и получилась Млечная дорога.
А вдоль по ней...
... Месяц плывет, как белая пирога.

Для определенности будем считать, что при этом освещена ровно половина диска Луны, а рога месяца направлены вверх. Где примерно на Земле и в какое время года можно наблюдать подобную картину?

3. С Земли производится радиолокация двух астероидов, один из которых находится в противостоянии, а другой — в квадратуре. Радиосигналы были посланы к астероидам одновременно, но от первого астероида сигнал вернулся обратно через 16 минут, а от второго — через 40 минут. Найдите расстояние между астероидами в этот момент. Определите радиусы орбит астероидов, считая, что орбиты круговые и лежат в плоскости эклиптики.
4. Угловой размер Юпитера составляет $0'.5$. Оцените, насколько чаще в среднем Луна покрывает звезды, чем Юпитер.
5. Студент-астроном заметил, что его старый механический будильник показывает одно и то же время каждый раз, когда Капелла оказывается на наибольшей высоте над горизонтом. Спешит или отстаёт будильник? На какое время он уйдёт вперед или отстанет за один час?

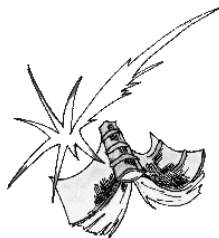


**XXV Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2018
4
февраля**

7–8 классы

1. Максимальная высота над горизонтом звезды Прокцион для наблюдателя в Санкт-Петербурге составляет 35° . Верно ли утверждение, что везде, где на Земле водится енот-полоскун (*Procyon lotor* на латыни), виден «небесный собрат» енота?
2. С какой пространственной скоростью геостационарный спутник движется относительно точки экватора, над которой находится? Геостационарным спутником называется спутник, вращающийся вокруг Земли в плоскости экватора таким образом, что он постоянно находится над одной и той же точкой экватора (на высоте 36 тыс. км над ней).
3. В полдень 22 марта в столице Болгарии Софии в комнате с закрытым занавеской окном на противоположной окну стене комнаты виден «зайчик» от дырки в занавеске. Расстояние между окном и противоположной стеной равно 5 метрам. В какую сторону движется «зайчик» для человека, смотрящего на него? Оцените скорость его движения.
4. В какой-то момент произошло прохождение Венеры по диску Юпитера, видимое с Земли. Оцените максимально возможную и минимально возможную часть диска Юпитера, которая могла быть закрыта Венерой в момент максимальной фазы покрытия. Радиус орбиты Юпитера равен 5 а.е., радиус орбиты Венеры 0.7 а.е., радиус Юпитера в 12 раз больше радиуса Венеры.
5. Межзвездный корабль терпит бедствие на границе Солнечной системы. Капитан корабля посылает радиосигнал ко всем большим планетам Солнечной системы. Сколько времени может пройти между приемами сигналов на планетах? Орбиты планет считать круговыми. Докажите, что существует такое расположение планет, при котором сигнал будет принят на всех планетах одновременно.



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

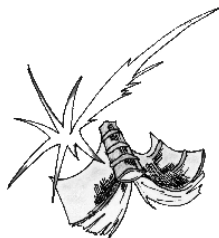
**2019
3
февраля**

7–8 классы

1. В середине ноября радиант метеорного потока находился выше всего над горизонтом в предрассветные часы. Какой это мог быть поток — Леониды или Эта-Аквариды? Почему?
2. Правитель маленького, но гордого королевства, не разобравшись с устройством современного календаря, повелел с 1 января 2019 года жить по календарю, в котором год длится ровно 360 дней. В каком году по принятому в России календарю 1 января снова совпадет с 1 января по королевскому календарю?
3. Два астронома в Петербурге и в некоторой обсерватории наблюдают Вегу. Высота верхней кульминации звезды в двух пунктах отличается на 3° , при этом в обсерватории Вега поднимается на бóльшую высоту к югу от зенита. Известно, что в обсерватории Вега достигает наибольшей высоты над горизонтом на 1 час 58 минут раньше, чем в Петербурге. Определите координаты обсерватории и оцените расстояние между Петербургом и обсерваторией.
4. Во время радиолокации астероида Диомед Юпитер находился в восточной квадратуре. Сколько времени длился единичный сеанс радиолокации? Известно, что Диомед движется вокруг Солнца по той же орбите, что и Юпитер, но обгоняет его на $1/6$ периода.
5. 27 июля 2018 года произошло уникальное астрономическое событие: великое противостояние Марса произошло одновременно с полным центральным затмением Луны. При этом во время максимальной фазы затмения Марс был на 2 звездных величины ярче Луны. Оцените, во сколько раз одна квадратная секунда видимого диска Марса была ярче одной квадратной секунды диска Луны. Известно, что разница на одну звездную величину означает, что объект ярче в ≈ 2.5 раза. Радиус Марса в два раза меньше радиуса Земли, радиус орбиты Марса составляет 1.5 а.е.

Решения задачи и результаты тура будут опубликованы на сайте

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



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

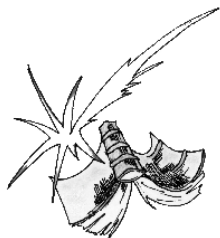
**2020
2
февраля**

7–8 классы

1. В первой половине сентября 2019 года произошло противостояние Нептуна. Петербургский астроном хотел в том же сентябре удаленно пронаблюдать Нептун на телескопе, установленном в Чили. Часовой пояс телескопа — UT+3. В какое приблизительно время по времени Санкт-Петербурга следовало вести наблюдения?
2. Шаровое звездное скопление ω Центавра — самое большое подобное скопление в Галактике, его радиус составляет 90 световых лет. В скоплении настолько много звезд, что среднее расстояние между соседними звездами составляет всего 1 световой год. Если считать, что все звезды похожи на Солнце, то сможет ли цепочка из этих звезд, размещенных вплотную друг к другу, дотянуться от Солнца до ближайшей к Солнцу звезды Галактики?
3. 26 декабря Луна покрыла Юпитер. В тот же день состоялось кольцеобразное солнечное затмение. На утреннем или вечернем небе можно увидеть Юпитер сегодня? Оцените широты, на которых Юпитер в принципе не может быть виден сегодня.
4. По данным одного из исследований масса пояса Койпера составляет около 1% от массы Земли. При моделировании динамики объектов Солнечной системы пояс Койпера для упрощения представили плоским очень тонким кольцом с внутренним радиусом 30 астрономических единиц (а.е.) и внешним радиусом 50 а.е. Сколько граммов приходится на каждый квадратный метр поверхности такого кольца?
5. Можно ли в каком-нибудь одном пункте на территории России наблюдать звезды Альтаир и Альнаир? Известно, что в Санкт-Петербурге Альтаир опускается под горизонт не более, чем на 25° , а на экваторе максимальная высота над горизонтом звезды Альнаир равна 43° . Крайняя северная точка России имеет широту 82° с.ш., крайняя южная точка России имеет широту 41° с.ш.

Решения задачи и результаты тура будут опубликованы на сайте

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

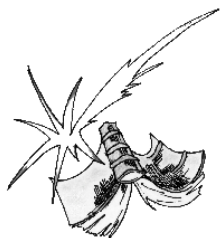


**XXVIII Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур**

**2021
31
января**

7–8 классы

1. Будем считать, что большинство звёзд Млечного Пути расположено в диске с характерным диаметром 100 тысяч световых лет и толщиной около 3 тысяч световых лет. Общая масса диска составляет около $4 \cdot 10^{10}$ масс Солнца. Во сколько раз средняя концентрация звёзд диска меньше средней концентрации звезд шарового скопления с диаметром 150 световых лет и общей массой $4 \cdot 10^6$ масс Солнца.
2. Найдите лишний по двум разным критериям объект в списке: Сириус, Арктур, Альдебаран, Поллукс. Объясните свой выбор.
3. Уфологи бьют тревогу — загадочный радиосигнал зафиксирован вновь! Но если три года назад расстояние до его источника оказалось равным шести тысячам световых лет, сейчас источник оказался на расстоянии всего полторы тысячи световых лет. Вторжение «гостей» из далекого космоса неизбежно и неотвратимо! Считая, что источник у сигналов и правда один и тот же и что он движется к Земле по прямой с постоянной скоростью, определите, сколько у человечества осталось времени, чтобы устроить «гостям» торжественный прием.
4. Петербургскому астроному в ночь с 17 на 18 сентября необходимо пронаблюдать четыре звезды: α Орла, α Волопаса, ζ Тельца, θ Водолея. В каком порядке их удобнее наблюдать в моменты их лучшей видимости в эту ночь и почему?
5. Для получения изображения Hubble Deep Field South камере WFPC2 потребовалась суммарная экспозиция продолжительностью 99300 секунд при наблюдении на длине волны 606 нанометров. Размеры области неба — 2.5×2.5 угловой минуты. Сколько лет потребовалось бы для съёмки всего неба?

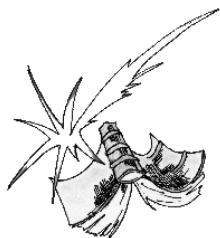


**XXIX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада**
теоретический тур

2022
6
февраля

7–8 классы

1. Начинаящий петербургский астроном Вася отправился в путешествие в Эквадор. В какой-то момент Вася увидел у горизонта две яркие звезды: одна восходила, а другая заходила за горизонт. Вспомнив карту неба из звездного атласа, Вася предположил, что восходящая звезда — Антарес, а заходящая — Спика. Не ошибся ли Вася?
2. Укажите минимально и максимально возможное число полнолуний в течение тропического года, которые сможет увидеть наблюдатель на Северном полюсе Земли. Движением узлов орбиты Луны в течение одного года пренебрегите.
3. Склонение (одна из небесных координат) звезды Альферац (α Андромеды) составляет $29^{\circ}12'30''$. Эта звезда уменьшает свое склонение со скоростью 163 миллисекунды дуги в год (это т.н. «собственное движение звезды»). Граница созвездия Андромеда в этой области проходит по склонению $28^{\circ}49'00''$. Когда, согласно этим данным, Альферац перестанет находиться в созвездии Андромеды? В какое созвездие она перейдет?
4. В древнем мире существовала особая единица длины — стадий. За один стадий принимали расстояние, которое человек проходит спокойным шагом за промежуток времени от появления первого луча Солнца при его восходе до того момента, когда весь солнечный диск окажется над горизонтом. Греческий стадий — расстояние в 600 шагов Геракла (считается, что именно столько шагов он успел сделать за время восхода). Предполагая, что определение величины стадия производилось в момент весеннего равноденствия, скорость Геракла составляла 5 км/ч, а место действия находилось на широте 45° , найдите длину одного шага Геракла.
5. Сегодня (6 февраля) Меркурий располагается в 16° западнее от звезды Спика, Земля — в 66° западнее звезды Спика, а Марс — в 51° восточнее этой же звезды для наблюдателя, находящегося около Солнца. Когда в ближайшее время можно ожидать, что все эти три планеты будут находиться в пределах 15° на небе друг от друга для наблюдателя, находящегося около Солнца? В каком созвездии они будут находиться? Период обращения Меркурия составляет 88 суток, а Марса — 687 суток. Орбиты планет считать круговыми, находящимися в одной плоскости.



XXX Санкт-Петербургская
астрономическая олимпиада
теоретический тур

2023
12
февраля

7–8 классы

1. Ясной декабрьской ночью близ полуночи начинающему петербургскому астроному Васе удалось увидеть активный метеорный поток. Вася заметил, что метеоры разлетались будто бы из точки, находящейся близ яркой белой звезды. Какой это мог быть поток — Геминиды или Сагиттарииды? Около какой звезды мог находиться радиант метеоров?
2. Угловой диаметр симметричного остатка сверхновой СТВ 1 составляет $30'$, расстояние до него равно 10 тысяч световых лет. При взрыве сверхновой возникла нейтронная звезда, которая движется со скоростью 1000 км/с. Возникнув в месте, соответствующем центру остатка, нейтронная звезда в настоящее время наблюдается рядом с границей остатка. Оцените возраст нейтронной звезды в данный момент.
3. Вчера в 10^h05^m Луна наблюдалась на расстоянии $2^\circ.5$ от Спики. Послезавтра в 22^h16^m Луну можно будет увидеть на расстоянии $1^\circ.4$ от Антареса. Определите по этим данным максимально возможное и минимально возможное угловое расстояние между Спикой и Антаресом.
4. В Млечном Пути молекулярный водород расположен в виде кольцеобразной структуры. Для простоты будем считать, что это кольцо имеет внутренний радиус 4 килопарсека и внешний радиус 8 килопарсек при толщине 50 парсек. Масса газа равна $3 \cdot 10^9$ массы Солнца. Оцените среднюю плотность газа в кольце. Масса Солнца равна $2 \cdot 10^{30}$ кг, один парсек равен $3 \cdot 10^{16}$ м.
5. Начинающий петербургский астроном Вася изучает внесолнечные планеты и хочет понять, на каких планетах возможна жизнь, хотя бы отчасти похожая на земную. Среди других экзопланет Вася нашел четыре, особо заинтересовавшие его. В таблице даны радиусы и массы планет, светимости звезд (энергия, выделяемая за секунду), вокруг которых планеты обращаются, а также радиусы орбит планет. На каких из этих планет более вероятна жизнь и почему? Величины со значком \odot относятся к Солнцу, со значком \oplus — к Земле, \J — к Юпитеру.

Название планеты	Радиус планеты	Масса планеты	Светимость звезды	Радиус орбиты планеты
CoRoT-2 b	$1.4R_{\J}$	$3.3M_{\J}$	$0.4L_{\odot}$	0.03 а.е.
Kepler-442 b	$1.3R_{\oplus}$	$2.3M_{\oplus}$	$0.1L_{\odot}$	0.4 а.е.
Kepler-62 e	$1.6R_{\oplus}$	$2.5M_{\oplus}$	$0.25L_{\odot}$	0.43 а.е.
ϵ Эридана b	неизвестен	$1.5M_{\J}$	$0.28L_{\odot}$	3.4 а.е.