

Конкурс по астрономии и наукам о Земле

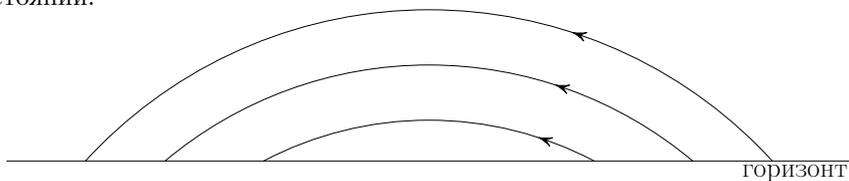
Вопросы

Из предложенных 7 заданий рекомендуется выбрать самые интересные (1–2 задания для 8 класса и младше, 2–3 для 9–11 классов). Перечень вопросов в каждом задании можно использовать как план единого ответа, а можно отвечать на все (или некоторые) вопросы по отдельности. Ответы снабдите разумным количеством примеров и пояснений по вашему выбору. За ответы на дополнительные вопросы и дополнительные примеры к оценке правильного ответа добавляются дополнительные баллы.

1. Почему все так опасаются вспышек на Солнце? Ведь оно всё равно светит довольно ровно, ну будет чуть светлее, разве плохо?
2. Многолетние наблюдения показывают, что в европейской части России радуга чаще всего бывает видна в восточной части неба, реже — в западной, очень редко — в северной и никогда — в южной. Как это объяснить?
3. В 2011 году исполняется 50 лет полёта человека в космос. Кто построил первый космический корабль? Кто первым полетел в космос? Каковы рекорды длительности и дальности полётов — пилотируемых и беспилотных? Какие объекты уже были посещены космическими аппаратами?
4. В качестве возможных предвестников землетрясений наблюдаются специфические возмущения в земной ионосфере. Как могут процессы в земной коре влиять на ионосферу на такой высоте? Какие ещё у землетрясений бывают предвестники, и почему землетрясения так трудно прогнозировать?

А что известно про сейсмическую активность на других планетах?

5. На уроке естествознания ученик нарисовал на доске видимый (в своей местности) путь Солнца по небу в дни равноденствий и солнцестояний.



Где может находиться его школа?

6. В конце XIX – начале XX века многие астрономы наблюдали на Марсе «каналы», которые считались обширными пространствами, покрытыми растительностью. Какова оказалась дальнейшая судьба этого открытия?

7. Почему наша Галактика («Млечный Путь») имеет почти плоскую конфигурацию? Бывают ли галактики других форм и почему?

А почему плоская форма у Солнечной системы? У колец Сатурна? Какие ещё бывают «плоские» космические объекты?

Справка: диаметр нашей Галактики составляет около 100000 световых лет при оценочной средней толщине порядка 1000 световых лет.

Комментарии к заданиям

1. *Почему все так опасаются вспышек на Солнце? Ведь оно всё равно светит довольно ровно, ну будет чуть светлее, разве плохо?*

Солнце, действительно, светит довольно ровно в интегральном свете — в первую очередь в том свете, который мы видим (оптическом диапазоне). Вспышки на Солнце означают увеличение потока излучения только в коротковолновой части — это прежде всего ультрафиолет, рентген и гамма. А также увеличение потока высокоэнергичных частиц от вспышки. Эти воздействия не изменяют температуру Земли (возможные изменения очень малы и незаметны на фоне изменения температуры по другим причинам). Естественно, они не связаны со сменой сезонов. Но коротковолновое излучение и высокоэнергичные частицы от Солнца взаимодействуют с земной магнитосферой, приводят к магнитным бурям, вызывают Северные сияния, являются причиной технических сбоев в системах связи, в работе спутников и т. п. А также вызывают реакцию биосистем, в том числе и плохое самочувствие людей.

2. *Многолетние наблюдения показывают, что в европейской части России радуга чаще всего бывает видна в восточной части неба, реже — в западной, очень редко — в северной и никогда — в южной. Как это объяснить?*

Центр радуги располагается в противосолнечной точке. То есть человек, наблюдающий радугу, всегда находится на прямой линии, соединяющей Солнце и центр той радуги которую он видит. Естественно, если человек переместится, то он будет видеть радугу уже в другом месте

(в том же направлении, но расположенную по-другому относительно предметов на Земле).

В европейской части России радуга никогда не бывает видна в южной части неба, потому что Солнце никогда не бывает на севере. (Исключение составляют полярные области, в которых Солнце может располагаться в любой части горизонта. Например, в городе Мурманск, который находится за Северным полярным кругом, радугу в южной части неба можно наблюдать, когда идёт дождь, а Солнце находится на севере и низко над горизонтом (в начале или конце полярного дня). А, например, в Архангельске, который расположен чуть южнее, центр радуги на севере находиться уже не может, но радуга может «залезть» в северную часть неба краем своей дуги.)

Угловой диаметр радуги 42° , поэтому при высоте Солнца над горизонтом более 42° радуга оказывается «под горизонтом», а при высоте более 30° располагается низко и не привлекает внимания. Весной, летом и в начале осени в европейской части России Солнце в полдень поднимается на высоту более 30° , а в оставшийся период года преобладают осадки в виде снега, а не дождя; поэтому радуга над северным горизонтом — редкость. Над восточным и западным горизонтом Солнце проходит на небольшой высоте в любое время года, поэтому именно там обычно и видна радуга (соответственно на западе и на востоке). Наконец, преобладание восточной стороны горизонта объясняется тем, что в летний период кратковременный дождь, после которого снова светит солнце, более вероятен во второй половине дня.

3. *В 2011 году исполняется 50 лет полёта человека в космос. Кто построил первый космический корабль? Кто первым полетел в космос? Каковы рекорды длительности и дальности полётов — пилотируемых и беспилотных? Какие объекты уже были посещены космическими аппаратами?*

Предполагаемый ответ не приводится, так как вопрос носит перечислительный характер и предполагает перечисление участниками известных им фактов истории космических исследований. Достаточно большое количество фактов и персоналий перечислено в бланке протокола проверки работ. Любые другие правильные ответы также оцениваются.

Обращаем ваше внимание на то, что вопрос касается именно истории и современного состояния исследования космоса. В ответе на данный вопрос не предполагается и не оценивается упоминание о перспективных проектах и стратегических задачах, практическая реализация которых ещё не начата.

4. В качестве возможных предвестников землетрясений наблюдаются специфические возмущения в земной ионосфере. Как могут процессы в земной коре влиять на ионосферу на такой высоте? Какие ещё у землетрясений бывают предвестники, и почему землетрясения так трудно прогнозировать?

А что известно про сейсмическую активность на других планетах?

Прежде всего надо сказать о том, что такое землетрясение. Наша земная кора состоит из отдельных плит, которые находятся в постоянном движении. Поэтому в зонах разломов (или «стыков» этих литосферных плит) постоянно нарастают напряжения сжатия земной коры. Накопленную потенциальную энергию деформации они периодически «сбрасывают» в виде землетрясений. По мере сжатия земных пород в них возникает пьезоэлектрический эффект, который приводит к возникновению электрических токов, текущих как в самой земной коре, так и в водных средах (например, в океане). Эти токи в очаге готовящегося землетрясения вызывают локальные возмущения магнитного поля Земли, которые влияют на ионосферу. Ионосфера является верхним слоем земной атмосферы, этот слой ионизирован и состоит из заряженных частиц. В результате в ионосфере возникают специфические возмущения от этих токов, текущих в земной коре.

Землетрясения трудно прогнозировать во-первых потому, что они происходят на больших глубинах и очаги землетрясений недоступны нам для прямого исследования и воздействия. Во вторых — и это, пожалуй, самое главное — землетрясения являются процессом длительного (многолетнего) накопления потенциальной энергии в земных породах, которая потом некоторым случайным и очень быстрым (взрывным, по сути дела) образом сбрасывается. Поэтому мы можем заниматься сейсмическим районированием — выделять те районы, которые опасны с точки зрения возможности возникновения землетрясений. Строим карты очагов землетрясений. Но точно прогнозировать землетрясения (т. е. указать его место, время и силу) пока ещё чрезвычайно сложно.

Для прогнозирования также используются предвестники землетрясений. Такие, как малые наклоны земной поверхности, её микросмещения, серии предшествующих толчков перед сильным землетрясением, выход из-под земли на поверхность радиоактивного газа радона, изменение уровня грунтовых вод. Также эмпирически известно, что предвестником землетрясения является странное поведение животных, на которое также часто обращают внимание.

Более детальное изучение предвестников землетрясений также затруднено сложностью прогнозирования. Пока землетрясение в данном районе не случилось, мы не знаем об этом и, следовательно, не знаем, что *именно здесь* нужно проводить наблюдения и искать отклонения различных факторов внешней среды от нормальных значений, проверяя гипотезы о том, подходят ли эти отклонения на роль предвестников. Когда же землетрясение уже случилось, в результате него происходят резкие изменения в окружающей среде. Информация о том, что тут было до этого, в существенной степени утрачивается, и проводить выявление и наблюдение предвестников оказывается уже поздно.

Аналогично обстоит дело и с возмущениями в ионосфере. Пока они ещё не используются для прогнозирования землетрясений (включая целенаправленные наблюдения), поскольку нет достаточной наблюдательной базы по всему земному шару и достаточной достоверности самого механизма такого прогнозирования. Совпадение ранних специфических возмущений в земной ионосфере по времени и району с уже произошедшими землетрясениями позволяет говорить о том, что они могут рассматриваться в качестве возможных предвестников, но пока, разумеется, не 100-процентных.

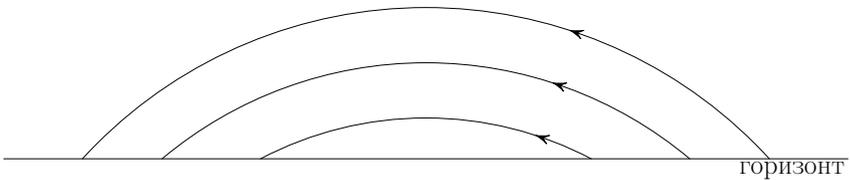
В задании спрашивается о механизмах землетрясений и их прогнозировании. Поэтому перечисление примеров землетрясений само по себе не оценивается.

Сейсмическая активность на других планетах и космических телах — явление достаточно распространённое. Твёрдые космические тела не бывают абсолютно жёсткими, время от времени там случаются резкие перестройки структуры поверхности и нижележащих слоёв, аналогичные земным землетрясениям. Такие процессы на разных космических телах доступны как для удалённого наблюдения, так и для фиксации непосредственно спускаемыми аппаратами.

Список космических объектов, проявляющих сейсмическую активность, приведён в протоколе проверки работ. Этот список не исчерпывающий, все прочие верные, разумные и обоснованные ответы также оценивались.

5. *На уроке естествознания ученик нарисовал на доске видимый (в своей местности) путь Солнца по небу в дни равноденствий и солнцестояний.*

Где может находиться его школа?¹



Судя по суточным траекториям Солнца, на рисунке восток справа, запад слева, а кульминирует оно в любое время года на севере. Следовательно, рисунок сделан в средних широтах южного полушария. В равноденствие Солнце находится на небесном экваторе, в солнцестояние — на угловом расстоянии 23° от него. Выяснив таким образом масштаб рисунка, можно определить высоту Солнца над горизонтом в равноденственный полдень — по измерениям на рисунке она достаточно точно соответствует значению 40° , и вычислить широту местности (места наблюдения): $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$.

Параллель 50° южной широты пересекает сушу только в одном месте — в южной части Южной Америки, где расположены Аргентина, Чили, Фолкленды.

Рисунок в условии задачи фактически представляет собой проекцию участка небесной сферы (с изображением результатов проведённых на этом участке наблюдений) на плоскость рисунка. При любом способе проекции сферы на плоскость неизбежны искажения. В условии задачи не уточняется, какой именно способ построения проекции был выбран. В данном случае все разумные способы дают близкие результаты (тем более, что значение широты места наблюдения также достаточно определить приблизительно).

Кроме приведённого годится и любой другой способ определения по рисунку широты места наблюдения. Например, широту можно определить по наклону суточной траектории Солнца к горизонту в точке восхода/захода.

6. *В конце XIX – начале XX века многие астрономы наблюдали на Марсе «каналы», которые считались обширными пространствами, покрытыми растительностью. Какова оказалась дальнейшая судьба этого открытия?*

¹Участникам турнира рисунок выдавался в более крупном масштабе (на целую страницу), что позволяет более точно померить и оценить размеры на рисунке.

Действительно, во второй половине 19 века многие астрономы (в первую очередь итальянский астроном Скиапарелли) наблюдали на Марсе характерную сетку прямых линий, эти линии они называли каналами. Нужно заметить, что наблюдения тогда проводились только визуально, без какой-либо объективной фиксации. То есть без фотографии (и тем более ПЗС, которые появились только недавно). Астрономы зарисовывали свои наблюдения. Наблюдения в основном проводились во время противостояния Марса, когда Марс ближе всего к Земле.

Обратили внимание, что каналы наиболее часто проявлялись в периоды смены сезонов на Марсе. Поэтому возникло предположение (по аналогии с поверхностью Земли), что это обширные пространства, покрытые растительностью. Что в зависимости от сезонов по ним может перемещаться вода, которая вызывает сезонные изменения наблюдаемой яркости и цвета каналов.

Психооптическая иллюзия состоит в том, что если вы показываете человеку неявный образ, человек пытается из этой картинки, на которой на самом деле может быть ничего и содержится, построить (достроить) какие-то осмысленные структуры и изображения. Так получилось, что из не очень очевидных, с низким разрешением, чисто визуальных наблюдений (плюс к этому смена сезонов вызывает пылевые бури на Марсе, то есть на Марсе поверхность действительно менялась — меняла свой цвет, менялась видность разных частей) получилось так, что какие-то, может быть случайные цепочки точек могли выстроиться в линейные структуры типа каналов. Также свою психологическую роль сыграли и уже имеющиеся сообщения других наблюдателей о наличии этих «каналов».

Справедливости ради нужно заметить, что сетка «каналов» у каждого наблюдателя была своя — с разной густотой, они не совпадали друг с другом, не повторялись во времени. Просто люди привыкли их видеть, что называется (и думали, что их видят). Когда перешли на документальную фиксацию наблюдений (прежде всего на фотографирование, а потом и на фотографирование с космических аппаратов), стало понятно, что этих сеток, которые принимали за «каналы», на самом деле нет. Что это было оптической иллюзией прежних визуальных наблюдений, связанной с характерным поведением человеческого мозга, который анализирует и достраивает нечёткие изображения.

Отсюда — из наблюдений этих «каналов» — возникла серия фантастических рассказов о марсианах.

Сначала Марс был снят с достаточно низким разрешением, и там не было видно никаких структур. А когда разрешение съёмки поверхности

Марса существенно повысилось, на поверхности было обнаружено большое количество следов потоков на поверхности Марса, которые могли быть образованы какими-то движущимися жидкими средами. Отсюда возникла гипотеза тёплого и влажного Марса (в прошлом), по которому текли водные потоки.

7. *Почему наша Галактика («Млечный Путь») имеет почти плоскую конфигурацию? Бывают ли галактики других форм и почему?*

А почему плоская форма у Солнечной системы? У колец Сатурна? Какие ещё бывают «плоские» космические объекты?

Справка: диаметр нашей Галактики составляет около 100000 световых лет при оценочной средней толщине порядка 1000 световых лет.

Любые галактики на самом деле имеют две составляющие — сферическую и плоскую. Просто сферическая составляющая в значительной части случаев бывает неявной и не столь заметной, потому что она состоит из звёзд 1-го поколения, из которых остались светить только самые слабые и долгоживущие. В сферической составляющей звёзды движутся без столкновений. В случае, если звёзды проходят сближение между собой и испытывают взаимное гравитационное воздействие, они обмениваются между собой импульсом движения с учётом законов сохранения импульса и энергии (аналогично абсолютно упругому столкновению тел в механике).

В центре каждой галактики есть гравитирующий центр (или т. н. «потенциальная яма»). Галактика в целом может обладать суммарным моментом вращения. Но если она состоит из бесстолкновительной компоненты (в первую очередь звёздной как таковой), то галактика будет сохранять свою сферическую или примерно-эллиптическую форму, которую она получила при своём формировании. Примером таких наблюдаемых структур являются шаровые скопления звёзд (которые являются следующей иерархической ступенькой после галактик), а также собственно эллиптические галактики, сохранившие свою первоначальную форму.

Когда звёзды эволюционируют, они сбрасывают с себя газовую оболочку. Вот из этого газа, сброшенного звёздами 1-го поколения, образуется сферические компоненты галактики, которые уже могут испытывать столкновения — это межзвёздный газ и пыль. Эта среда продолжает своё движение вокруг гравитирующего центра с сохранением момента вращения. Импульс движения газа можно разложить на две составляющие: вдоль оси вращения галактики (ось Z) и поперек неё,

параллельно плоскости вращения. Но, когда газовые облака сталкиваются между собой, они благодаря турбулентности перемешиваются и объединяются друг с другом. Их импульс движения осредняется, а часть кинетической энергии теряется и переходит в тепло (аналогично абсолютно неупругому столкновению тел в механике). В результате в плоскости вращения галактики газ приобретает некоторую среднюю скорость, а импульсы вдоль оси вращения с противоположными знаками взаимно гасятся. Таким образом, при наличии суммарного вращательного момента всей галактики в целом, газ, сброшенный звёздами, «выпадает» в экваториальную плоскость галактики (перпендикулярную её суммарной оси вращения Z). И там концентрируется и сохраняется.

Из этого газа, который формирует плоский газо-пылевой диск, рождаются звёзды следующего поколения. Рождаются они, естественно, в среднем более яркими, более массивными, чем оставшиеся от предыдущих поколений. И вот эти яркие молодые звёзды как раз и формируют видимый яркий звёздный диск галактики. Который, собственно, и наблюдается в качестве основной, наиболее яркой компоненты плоской составляющей галактик. Поэтому мы видим спиральные галактики или галактики с баром в такой плоской форме. Но это не значит, что у них нет сферической составляющей. Она есть, но просто менее заметна.

То же принцип действует и на меньших масштабах: в отношении Солнечной системы в целом, а также плоских структур типа колец Сатурна. Потому что все эти структуры прошли через этап своей эволюции, который сопровождался столкновительными процессами газопылевой среды с потерей импульса по оси Z (оси вращения системы).

Контрпримером является облако Оорта, которое имеет сферическую симметрию. Потому что облако Оорта — это внешняя часть Солнечной системы, которая не проходила столкновительную фазу. И, соответственно, свои импульсы движения по вертикальной оси тела в ней не потеряли.

Ещё плоские космические объекты — это все типы аккреционных дисков, которые возникают вокруг нейтронных звёзд, чёрных дыр и других компактных гравитирующих объектов. Сохраняется принцип центрального гравитирующего тела, которое всё притягивает, сохраняется принцип наличия суммарного момента вращения системы. И, поскольку аккреционные диски формируются также из газа, то есть среды столкновительной, при вращении вокруг центрального объекта у них также в процессе столкновений идёт потеря импульса по оси Z и переход кинетической энергии движения в вертикальном направлении в тепло.

Отметим, что галактики находятся от нас очень и очень далеко. Сейчас мы располагаем огромным массивом результатов наблюдений разных галактик и прочих далёких объектов. Изучая закономерности этих наблюдений, мы можем предположить примерный эволюционный путь таких объектов (в частности, считая, что наблюдаем разные объекты на разных этапах этого пути) и дополнить наши предположения дополнительными целенаправленными наблюдениями, математическими расчётами, предположениями и гипотезами. Разумеется, по этим вопросам у разных специалистов могут быть разные мнения, не всегда совпадающие друг с другом и даже взаимоисключающие.

Мы же в данном случае приводим лишь популярное описание, которое, конечно же, не следует считать абсолютно точным и исчерпывающим.

Критерии проверки и награждения

Проверка работ осуществлялась с помощью специальных бланков, в которых для каждого задания были перечислены по порядку возможные верные содержательные утверждения (объекты, персоналии и т. п.), которые могли бы быть логическими составными частями верного ответа.

При проверке каждой работы соответствующие номера отмечались, а затем подвергались автоматизированной компьютерной обработке. За большинство пунктов ставился 1 балл, а за некоторые — наиболее трудные и содержательные — 2 или 3 балла. Проверяющие также могли ставить дополнительные баллы в случаях, когда в работе дан верный ответ, а в бланке протокола он в явной форме не упомянут.

Максимальное количество баллов за каждый вопрос не ограничено. Впрочем, баллы существенно больше 5–6 на подведение итогов практически не повлияют. Понятно, что если ответ на вопрос — хороший и содержательный, то деление такого ответа на логические составные части и оценивание их баллами в существенной степени зависит от вкусов проверяющего. Достичь единого стандарта в этом случае невозможно. Тем не менее баллы нужно стараться ставить в разумном соответствии с критериями — с целью информирования школьников об их результатах (школьники будут сопоставлять свои баллы с этими же критериями).

Номер карточки Класс Фамилия участника:

1. Почему все так опасаются вспышек на Солнце? Ведь оно всё равно светит довольно ровно, ну будет чуть светлее, разве плохо? **100... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

- | | |
|--|---|
| 101 Понятие о солнечной постоянной | 108 Понятие о солнечном ветре |
| 102 Указаны диапазоны солнечного спектра | 109 Магнитосфера Земли |
| 103 Понятие о солнечной вспышке | 110 Взаим-ие солн. ветра с магнитосферой |
| Увеличение радиации в: | 111 Магнитные бури |
| 104 ультрафиолете, | 112 Северные сияния |
| 105 рентгене, | 113 Солнечно-земные связи: техн. системы |
| 106 гамма | 114 Солнечно-земные связи: биосистемы |
| 107 Корональный выброс плазмы | 115 Указ. аном. активность Солнца в 2010 г. |

2. Многолетние наблюдения показывают, что в европейской части России радуга чаще всего бывает видна в восточной части неба, реже — в западной, очень редко — в северной и никогда — в южной. Как это объяснить? **200... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

- | | |
|---|---|
| 201 Достаточно полно описана физическая природа радуги (указано присутствие в воздухе капель воды, преломление света на границе сред вода-воздух, дисперсия света, внутреннее отражение и поворот луча на большой угол по отношению к падающему). | 207 Указана причина частого появления радуги на востоке и западе. |
| 202 Указано противоположное положение радуги на небе относительно солнца | 208 Указано, почему на востоке чаще запада |
| 203 Указан угол конуса радуги 42° | 209 Указаны цвета: Каждый Охотник Желает Знать Где Сидит Фазан |
| 204 Указано низкое пол-е солнца над гор-том | 210 Оговорено, что радугу на западе в 4–5 часов утра можно проспать |
| 205 Прямо указана причина отсутствия на юге | |
| 206 Указана причина редкого появл. на севере | |

3. В 2011 году исполняется 50 лет полёта человека в космос. **300... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

- Полёты в космос в историческом наследии:
- | | | | | |
|-------------------------|------------------|------------------|-------------|--------------|
| 301 Джордано Бруно, | 302 С. Бергерак, | 303 Ж. Верн, | 304 Уэллс | 305 и другие |
| Теоретики космонавтики: | 306 Кибальчич, | 307 Циолковский, | 308 Цандер, | 309 другие. |
- Кто построил первый космический корабль?
- Конструкторы ракетной техники: **310** Браун, **311** Королёв, **312** Глушко, **313** другие.
- Кто первым полетел в космос?
- Названы: **314** Белка и Стрелка, **315** Гагарин, **316** Терешкова, **317** Леонов, **318** Армстронг
- Каковы рекорды длительности и дальности полётов — пилотируемых и беспилотных?
- 319** Рекорд длительности пилотируемый — около 1 года (Поляков 437 дней).
- 320** Рекорд дальности пилотируемый — Аполлон за Луной.
- 321** Рекорд непилотируемых КА — «Пионер-10», Вояджер 1, 2: 94 а. е., 30 лет, гелиосфера.

Какие объекты уже были посещены космическими аппаратами?

- | | | | | | |
|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| земн. группа | гиганты | спутники | планет | кометы | |
| 322 Луна | 326 Юпитер | 330 Фобос | 334 Ганимед | 337 Галлея | (в т. ч. пролёт с |
| 323 Венера | 327 Сатурн | 331 Титан | 335 Каллисто | 338 Вильд | дистанционными |
| 324 Марс | 328 Уран | 332 Ио | 336 другие | 339 другие | исследованиями) |
| 325 Меркурий | 329 Нептун | 333 Европа | | 340 астероиды | |

4. В качестве возможных предвестников землетрясений наблюдаются специфические возмущения в земной ионосфере. **400... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9**

Как могут процессы в земной коре влиять на ионосферу на такой высоте?

- | | |
|---|--|
| 401 Понятие землетрясения | 405 Токи напряжения в коре и водных средах |
| 402 Механизм напряжений в земной коре | 406 Понятие ионосферы |
| 403 Пьезоэлектрический эффект | 407 Магнитные возмущения ионосферы |
| 404 Литосферные плиты, их движение, разломы земной коры | |

Какие ещё бывают предвестники, и почему землетрясения так трудно прогнозировать?

- 408 Понятие предвестников
 409 Наклоны земной поверхности
 410 Микросмещения земной поверхности
 411 Предшествующие толчки
 412 Выход района
- 413 Сейсм. районир-ние, карта очагов землетр.
 414 Изменение уровня грунтовых вод
 415 Поведение животных
 416 Другие предвестники
 417 Прогнозирование землетрясений
- А что известно про сейсмическую активность на других планетах?*
- Луна: 418 сейсмография 419 лавовые моря
 Вулканы: 420 Венера 421 Марс 422 Ио
 Гейзеры: 423 Энцелад 424 Тритон
 Трещины: 425 Европа 426 Ганимед; 427 пустоты Фобоса

5. На уроке естествознания ученик нарисовал на доске видимый (в своей местности) путь Солнца по небу в дни равноденствий и солнцестояний. (рис. на обороте варианта)

Где может находиться его школа?

500... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 501 Дано понятие равноденствий и солнцестояний.
 502 Указаны стороны горизонта: запад-север-восток на рисунке.
 503 Указаны средние широты (исключены экваториальные или полярные).
 504 Дана примерная оценка для широты места наблюдения (45° – 60° ю. ш.).
 505 Указано обратное движение солнца (справа налево) по небу.
 506 Прямо указано южное полушарие Земли.
 507 Упомянут наклон эклиптики 23° .
 508 Наклон эклиптики использован в качестве углового масштаба при измерениях на рисунке.
 509 Рисунок, соответствующий условию, переведён из плоскости к небесной сфере.
 510 Расчёт по формуле высоты светила в кульминации (над точкой севера); правильный ответ.
 511 Произведён расчёт широты по наклону сут. траектории к горизонту в точках восхода/захода.
 512 Указан регион: южная оконечность Южной Америки и/или Фолкленды.
 513 Указан регион: Австралия или Южная Зеландия.

6. В конце XIX – начале XX века многие астрономы наблюдали на Марсе «каналы», которые считались обширными пространствами, покрытыми растительностью. Какова оказалась дальнейшая судьба этого открытия?

600... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 601 Противостояния Марса
 602 Скиапарелли и др. визуальные наблюдения
 603 Зависимость «каналов» и сезонов Марса
 604 «Марсиане» Уэллса и других фантастов
 605 Объяснение оптической иллюзии
 606 Съёмки пов-ти Марса с КА: каналов нет
- 607 Следы потоков на пов-ти Марса
 608 Минералы водного происхождения
 609 Гипотеза тёплого и влажного Марса в прошлом
 610 Вода на Марсе сейчас: поиски и рез-ты
 611 Жизнь на Марсе: поиски и результаты

7. Почему наша Галактика («Млечный Путь») имеет почти плоскую конфигурацию?

700... +баллы 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

- 701 Сферическая и плоская составляющая в галактиках
 702 Сферическая: звёзды без столкновений
 703 Законы сохр. импульса и энергии при сближениях звёзд
 704 Звёзды 1-го поколения, слабые и долгоживущие
 705 Пример: шаровые скопления звёзд
 706 Газ: столкновительная и турбулентная среда, потеря кинетической энергии в тепло
- 707 Вращение галактик как условие для формирования диска
 708 Утрата импульса по оси Z при столкновениях газа, формирование плоского вращающегося газо-пылевого диска
 709 Рождение звёзд 2-го и последующих поколений в плоском диске
 710 Более яркие звёзды — яркий диск
- Бывают ли галактики других форм и почему?*
- 711 Эллиптические без диска — нет системного вращения.
 712 Неправильные галактики — слабый несформированный диск.
 713 Взаимодействующие и сталкивающиеся галактики — возмущения.
- А почему плоская форма у Солнечной системы? У колец Сатурна?*
- 714 Солнечная система — протопланетный диск. 715 Кольца и спутники — диск пылевого вещества.
 716 Контрпример: облако Оорта без газа, без столкновений.
- Какие ещё бывают «плоские» космические объекты?*
- 717 Аккреционные диски. 718 Хвост кометы в плоскости её орбиты.

Баллы по пунктам в каждом задании суммировались.

Пункт 510 оценивался в 3 балла.

Пункты 101, 102, 201, 403, 509, 512, 602, 607, 608 оценивались в 2 балла каждый.

Остальные пункты оценивались в 1 балл каждый.

Каждое задание считалось выполненными успешно (засчитывалось) в зависимости от выставленных за него баллов и класса, в котором учится школьник, в соответствии с таблицей:

Номера заданий	8 класс и младше	9, 10 и 11 классы
1, 2, 4, 5, 6, 7	не менее 4 баллов	не менее 5 баллов
3	не менее 5 баллов	не менее 7 баллов

Такие задания отмечались в списке оценок знаком «(+)

Оценки «е» и «v» ставились в соответствии с таблицей (нужно было или набрать сумму баллов не меньше указанной в таблице, или количество засчитанных заданий не меньше указанного в таблице).

Класс	е (многоборье)		v (грамота)	
	сумма баллов	количество заданий	сумма баллов	количество заданий
5 и младше	3	1	5	1
6	5	1	9	1
7	7	1	11	1
8	8	1	14	1
9	8	1	15	2
10	9	1	16	2
11	9	1	18	2

В случае, если поставлена оценка «v», оценка «е» не ставится.

Оглавление

Конкурс по астрономии и наукам о Земле	1
Вопросы	1
Комментарии к заданиям	2
Критерии проверки и награждения	10