

Всероссийская олимпиада школьников по астрономии

2021/2022 учебный год

Муниципальный этап

7 -8 класс

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. На одном из сайтов приведены следующие интересные факты про Луну. Оцените, насколько они соответствуют действительности. Для верных фактов достаточно указать, что написанное справедливо, для ошибочных – объяснить, в чём заблуждение.

- А. На Луне отсутствует магнитное поле и поэтому ориентироваться с помощью компаса нельзя.
- Б. Спичка на Луне гореть не будет. Вспыхнет лишь головка спички, которая содержит в своём составе кислород.
- В. Небо имеет голубой цвет, потому, что атмосфера земли рассеивает солнечный свет, задерживая часть лучей и пропуская больше лучей, содержащих голубой свет.
- Г. На Луне прыжки в 6 раз выше, чем на Земле, и падать будешь гораздо медленнее. Почему? Потому, что сила тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.
- Д. Вся поверхность Луны усыпана камнями, которые падают из космоса.
- Е. На Луне 1 день длится 2 наших недели, а потом на 2 наших недели наступит ночь. Если отправиться на Луну надо взять часы и календарь
- Ж. Разговаривать на Луне можно только при помощи радиопередатчиков. Звуков на Луне нет, там даже метеориты падают бесшумно. Это из-за того, что на Луне нет атмосферы.

Решение: Пункт В не соответствует действительности. Земля на небе Луны имеет голубоватый оттенок, но у Луны нет атмосферы, способной рассеивать этот свет. Поэтому небо на Луне всегда чёрное (8 баллов полные верные рассуждения. Без указания, что небо на Луне чёрное, за задачу 0 баллов).

2. 20 марта 2015 года произошло полное солнечное затмение, видимое на Северном полюсе Земли, где Солнце уже вошло. Могло ли это полное затмение наблюдаться на Южном полюсе?

Решение: полоса полного солнечного затмения имеет ширину не более 200 км (если не учитывать вклад проекции, с учётом его не более 500 км), т.е., если полное затмение наблюдается на одном полюсе, то на другом оно видно быть не может. Аналогичный вывод можно сделать, найдя паралактическое смещение Луны (в день равноденствия Солнце на полюсах близко к горизонту и смещение Луны относительно Солнца будет примерно равно удвоенному горизонтальному параллаксу, т.е. около 2°).

8 баллов за полные верные рассуждения любым способом – через вычисление параллакса (построение треугольников) или вспомнив ширину полосы затмения. Если в качестве аргумента приводится тезис, что, если на Северном полюсе Солнце над горизонтом, то на Южном оно под горизонтом и затмение видно быть не может, то задача оценивается не более, чем в 1 балл. Это рассуждение не верно, поскольку не учтена рефракция, приподнимающая видимый диск Солнца более чем на его угловой диаметр. Поэтому в дни равноденствия Солнце видно на обоих полюсах Земли.

3. Опишите явление, давшее название показанным на рис.1 конфетам. Правильно ли употреблены термины и, если нет, то какой термин следовало бы использовать?

Рис. 1

Решение: Термин «метеоритный дождь», действительно, существует и относится к массовому выпадению фрагментов крупного метеорита, разрушившегося в атмосфере, на относительно небольшой территории. Это крайне редкое явление.

Намного чаще это словосочетание используют ошибочно, подменяя им термин «метеорный дождь» или «метеорный поток» - когда Земля проходит через рой метеорных тел. При этом в атмосферу параллельно друг другу входят одновременно тысячи и сотни тысяч мелких частиц, которые, сгорая, выглядят как «звездный дождь» - это и есть метеорный поток.

8 баллов даются либо за верное описание термина «метеоритный дождь», либо за указание, что правильно говорить «метеорный дождь» и корректное описание этого явления.

4. Как должна вращаться наша планета, чтобы Солнце не восходило (соответственно, и не заходило) нигде на Земле?

Решение: Восход и заход Солнца на всех широтах, кроме околополярных, происходит из-за суточного вращения Земли. Чтобы Солнце не восходило/не заходило, нужно, чтобы оборот вокруг своей оси Земля совершала за то же время, что и вокруг Солнца (аналогично вращению Луны вокруг Земли). (4 балла верные рассуждения про изменение продолжительности суток)

Если в ответе предлагается просто «остановить» осевое вращение Земли – эта часть оценивается не более, чем в 1 балл, поскольку в ходе орбитального обращения всё равно Солнце восходило бы и заходило.

Но изменение только продолжительности суток не отменит восхода/захода Солнца на полюсах и в высоких широтах. Чтобы там не было восходов/закатов, ось вращения Земли должна быть ещё и перпендикулярна эклиптике (а экватор совпадать с плоскостью орбиты). (4 балла за верное указание про наклон оси).

Останутся ещё эффекты либрации, которые устранить можно, придав орбите Земли форму идеальной окружности. Штрафовать 7-8 класс за отсутствие этого пункта не стоит.

5. На каких широтах Солнце может наблюдаться в зените?

Решение: Солнце может иметь склонение в диапазоне от $+23^{\circ}26'$ до $-23^{\circ}26'$ (3 балла). Склонение объекта с ВК в зените определяется условием $\varphi = \delta$ (3 балла). Поэтому наблюдаться в зените Солнце может в диапазоне широт от Северного тропика (тропика Рака, $23^{\circ}26'$ с.ш.) до Южного тропика (тропика Козерога, $23^{\circ}26'$ ю.ш.) (1 балл вывод). Если же под наблюдением «Солнца в зените» подразумевается, что хотя бы какая-то часть видимого диска Солнца находится в зените, то диапазон широт увеличивается ещё на $16'$ (угловой радиус Солнца) в каждую сторону и составит от $28^{\circ}42'$ с.ш. до $28^{\circ}42'$ ю.ш. (1 балл за учёт размеров Солнца).

6. Во сколько раз Солнце ярче полной Луны для наблюдателя на Земле?

Решение: Солнце ярче полной Луны на 14^m . Поскольку разница в 5^m соответствует отношению потоков в 100 раз, $15^m = 5+5+5$ соответствует отношению яркостей $(100)^3$ раз, а 14^m даёт отношение в 2.512 раз меньшее число. То есть Солнце ярче луны примерно в $100000/2.5=400000$ раз.

Ответ можно получить используя соотношение Погсона или подобные рассуждения.

3 балла за знание соотношения Погсона или указание, что разница блеска в 5^m даст отношение потоков 100 раз, 5 баллов оставшаяся часть вычислений.

Справочные данные: Некоторые параметры больших планет Солнечной Системы

Планета	Большая полуось, а.е.	Сидерический период обращения вокруг оси, ср.солн.сут.	Наклон оси вращения к плоскости орбиты, °
Меркурий	0.387	58.6462	0.01
Венера	0.723	-243.0185 (вр-е обратное)	177.36
Земля	1.000	0.99726963	23.44=23°26'
Марс	1.523	1.02595675	25.19
Юпитер	5.204	0.41354 (на экваторе)	3.13
Сатурн	9.584	0.44401 (на экваторе)	26.73
Уран	19.187	-0.71833 (на экваторе) (вр-е обратное)	97.77
Нептун	30.021	0.67125 (на экваторе)	28.32

Масса Солнца $2 \cdot 10^{30}$ кг, Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг, 1а.е.= $1.496 \cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;

Радиус Земли 6400 км, большая полуось орбиты Луны 384 000 км.

Видимый блеск Луны в полнолуние -12.7^m , Солнца -26.7^m .

Гравитационная постоянная $G=6.67 \cdot 10^{-11}$ Н*м²/кг²; период прецессии земной оси 25500 лет;

Широта Казани – 55°47'; угловой размер Солнца - 32', радиус Солнца – $6.96 \cdot 10^5$ км; угол рефракции в горизонте - 35'.

Задания разработаны на кафедре астрономии и космической геодезии Казанского федерального университета, со всеми вопросами обращаться к Жучкову Роману Яковлевичу, тел. +7 (843) 2927797