

Всероссийская олимпиада по астрономии

2020/2021 учебный год

Муниципальный этап

7 класс

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Ответы должны быть подробными и снабжены пояснениями и рисунками. Каждая задача оценивается в 8 баллов. Время на выполнение задания – 180 минут.

1. Будет ли на Земле смена дня и ночи, если она перестанет вращаться вокруг своей оси? Ответ поясните рассуждениями и рисунками.

Решение: Смена дня и ночи сохранится (2 балла), но будет происходить с периодом в 1 год и будет обусловлена не осевым, а орбитальным движением Земли (6 баллов). Именно так сейчас происходит на полюсах Земли. Без рисунков задача оценивается не выше 6 баллов.

2. Что чаще видно на небе Луны – Солнце или Землю?

Решение: Поскольку Луна совершает один оборот вокруг оси относительно направления на Солнце за синодический месяц, равный 29,53 суток, в любой точке ее поверхности Солнце видно над горизонтом в течение примерно двух недель, а следующие две недели его не видно. А вот Земля постоянно видна только из одного полушария Луны (мы его называем “видимой стороной Луны”), а из другого полушария (“обратная сторона Луны”) Землю не видно никогда. (Есть еще небольшие области, где из-за либраций Земля всходит и заходит за горизонт Луны.) Поэтому на видимой стороне Луны чаще видна Земля (4 балла), а на невидимой – Солнце (4 балла).

3. В произведении Бажова «Серебряное копытце» есть такие строки: «Ночь месячная, светлая, далеко видно. Глядит Дарёнка — кошка близко на покосном ложке сидит, а перед ней козёл. Стоит, ножку поднял, а на ней серебряное копытце блестит.

...Тут вспрыгнул козёл на крышу и давай по ней серебряным копытцем бить. Как искры, из-под ножки-то камешки посыпались. Красные, голубые, зелёные, бирюзовые — всякие».

Пред вами иллюстрация этих строк (рис. 1). Укажите, в какое время ночи (начало ночи, середина или под утро) происходили описываемые события. Ответ обоснуйте. Какие астрономические неточности допустил художник на иллюстрации?

Рис. 1

Решение:

Дело происходило утром. На рисунке показан стареющий месяц, в северном полушарии Земли (Бажов писал сказки об Урале), стареющий месяц можно наблюдать только перед восходом Солнца (3 балла).

К астрономическим неточностям можно отнести следующие:

1) линия, соединяющая «рожки» месяца должна являться диаметром лунного диска, на рисунке «рожки» явно более «длинные» (3 балла);

2) около месяца нарисованы звёзды, но яркость месяца слишком велика и рассеянный лунный свет не позволяет наблюдать звёзды около лунного диска. Кроме того, на светлом предутреннем небе (что

соответствует фазе месяца и его высоте над горизонтом) видны только самые яркие звёзды, которых заметно меньше, чем нарисовано на рис. 1 (2 балла).

3) Звезды нарисованы случайным образом

4. Вычислите, во сколько раз плотность звезды – белого карлика больше плотности Солнца. Объем Солнца больше объема белого карлика в миллион раз, массы этих звезд равны.

Решение:

При равных массах отношение плотностей обратно отношению объёмов, т.е. плотность белого карлика в 10^6 раз больше.

5. Орбиты двух комет лежат в плоскости орбиты Земли. Одна из комет приближается к Солнцу на расстоянии 0,5 а.е., другая – на 1,5 а.е. Длины их хвостов в этом положении около 100 млн. км. Может ли Земля пройти через хвосты этих комет? Ответ обязательно проиллюстрируйте.

Решение:

Хвосты комет всегда направлены от Солнца. Первая комета приближается к Солнцу на 0,5 а.е. (это равно 75 млн. км), а значит минимальное расстояние между ней и Землей может составить 1 а.е. - 0,5 а.е. = 0,5 а.е. Хвост кометы имеет длину 100 млн. км, что больше 0,5 а.е. Следовательно, Земля может пройти через хвост этой кометы (рис.2) (3 балла за полные и верные рассуждения и 1 балл рисунок).

Хвост второй кометы не может пересечь орбиту Земли, т.к. орбита Земли полностью лежит внутри орбиты кометы (рис.3) (3 балла за верные рассуждения + 1 балл рисунок).

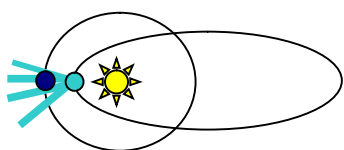


Рис.2

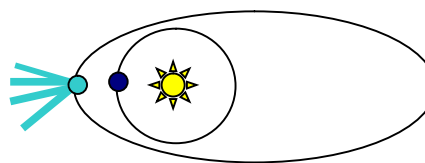


Рис.3

Примечание: При отсутствии верных рисунков для обоих случаев оценка составляет не более 7 баллов (отсутствует или не верен 1 рисунок) или не более 6 баллов (отсутствуют или не верны оба рисунка).

6. Вы проснулись на неизвестном вам необитаемом острове и заметили, что в течение суток максимальная высота Солнца над горизонтом составляет 40 градусов.

Как без средств связи, современных вычислительных устройств и часов, за время, не превышающее 1 месяц, при наличии ясной погоды определить

- А) Полушарие, в котором вы находитесь
- Б) Примерное время года
- В) Примерную широту

Решение:

Поскольку максимальная (т.е. полуденная) высота Солнца составляет 40 градусов, то остров заведомо находится вне зоны тропиков, что заметно облегчает задачу.

А) Полушарие ночью можно определить по околополярным созвездиям и самой наличию Полярной звезды (северное) или отсутствию яркой звезды в месте, относительно которого происходит

вращение неба (южное). Днём это возможно по наблюдению движения Солнца – в северном оно будет двигаться слева направо (к югу от зенита), в южном справа налево (к северу от зенита). Вблизи экватора этот метод не работал бы – там Солнце может двигаться как к северу, так и к югу от зенита. (Любой из методов – 3 балла).

Б) Время года можно определить по созвездию, в котором находится Луна в полнолунии или внешняя планета в противостоянии. Оно противоположно точке нахождения Солнца. Аналогично, если вы хорошо знакомы с изменением сезонного вида звездного неба – то по виду рисунка созвездий в начале или конце ночи. Так, восходящий на вечернем небе Орион соответствует декабрю, а если он восходит перед утренней зарёй – июлю. В любом случае, вам потребуется знание звездного неба – и именно так ориентировались по временам года в древности (любой верно аргументированный метод 3 балла)

В) Широта определяется по высоте Полярной звезды (строго говоря – Северного полюса мира) в северном полушарии или Южного полюса мира – в Южном. В дневное время широту можно определить по длине полуденной (самой короткой) тени от вертикального предмета по отношению к высоте этого предмета (по сути – по полуденной высоте Солнца, ведь мы знаем месяц года, т.е. примерно можем определить его склонение, которое однозначно связано с высотой и широтой). (2 балла за любой верный аргументированный метод).

В любом случае следует оценивать верные рассуждения и понимание сути описываемых явлений.

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
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, $1 \text{ а.е.} = 1.496 \cdot 10^8$ км; $1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.е.}$;

Гравитационная постоянная $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$; период прецессии земной оси 25500 лет;

Широта Казани – $55^\circ 47'$; 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, e-mail: gilgalen@yandex.ru тел. +7 (843) 2927797