



Открытый дистанционный интеллектуально-творческий марафон Номинация "РАЗ ЗАДАЧА, ДВА ЗАДАЧА..."

РЕШЕНИЯ задач для 4-5 классов.

1. Внимательно рассмотрите рисунок на коробке охотничьих спичек. В каком направлении (по сторонам горизонта) идут изображённые на рисунке охотники?

Решение. Луна с форме "старого" серпа бывает видна во утрам на востоке (или юго-востоке) - 1 балл

Если впереди наблюдателя восток (юго-восток), а охотники идут в левую сторону, то они идут на север (северо-восток) - 1 балл

Всего 2 балла.



2. В феврале некоторого года не было полнолуния. Сколько всего полнолуний было в том году?

Решение. От полнолуния до полнолуния проходит 29,5 суток - 1 балл. Это больше, чем продолжительность февраля, но меньше, чем продолжительность любого другого месяца.

В феврале не было полнолуния, потому что полнолуние было в самом конце января и в самом начале марта. В январе и в марте - 31 день, поэтому в январе было ещё одно полнолуние (в начале месяца), и в марте (в конце месяца) было ещё одно полнолуние. Поэтому всего в году полнолуний было 13. - 1 балл

Всего 2 балла.

3. В 1970-х годах, в связи с успешной миссией советских луноходов, была популярна детская песенка (слова М.Садовского):

Луноход-вездеход

Лунным утром сам встаёт,

Будет лунный день работать.

Лунной ночью отдохнёт.

Луноход-вездеход,

Всю Луну он обойдёт,

Фотографии с дороги

Он на память нам пришлёт!

Что правильно и что неправильно в этих строчках?

Решение. Луноходы действительно работали только в период лунного дня (от солнечных батарей) - 1 балл. Луноходы действительно передали на Землю множество фотографий лунной поверхности - 1 балл. Однако ни один из луноходов (ни советские «Луноход-1» и «Луноход-2» в 70-х гг, ни китайский «Юйту» в 2013 г., ни "Юйту-2", высадившийся в 2019 г. на обратной стороне Луны) не совершал кругосветного путешествия по Луне. - 1 балл

Иные разумные соображения - по 1 баллу за каждое. За явные ошибки баллы вычитались.

Всего 3 балла.

4. Среднее расстояние от Земли до Луны - 384 тыс. км. Оцените, прошли ли вы за свою жизнь такое расстояние?

Решение.

Вариант 1. Ученику 4-5 класса может быть от 10 до 12 лет, примерно от 3,5 до 4,5 тыс. дней. Чтобы пройти расстояние в 384 тыс км, требуется за сутки проходить от 88 до 105 км. При средней скорости маленького пешехода 4 км/ч потребовалось бы идти круглосуточно без остановок. Ответ - нет.

Вариант 2. Средняя скорость маленького пешехода - 4 км/ч. Примерно треть суток школьник спит, треть проводит за учёбой и спокойными занятиями и только треть как-то перемещается. Итого 122 дня в год и 1220-1460 суток за всю жизнь. Это 30-35 тыс. часов и 120-140 тыс. км. Ответ - нет.

Вариант 3. Известно (например, из истории полётов "Аполлонов"), что космический корабль, имеющий скорость примерно 11 км/с, достигает Луны за трое суток. Маленькому пешеходу, перемещающемуся со скоростью 4 км/ч (1,1 м/с), для этого потребовалось бы $3\text{сут} \cdot 11000 / 1,1 = 30000\text{сут} = 82$ года непрерывной ходьбы. (Оценка сверху, т.к. средняя скорость "Аполлонов" была меньше второй космической).

Предложен в принципе верный метод оценки - 1 балл. Использована средняя скорость пешехода - 1 балл. Получен количественно обоснованный ответ - 1 балл.

Всего 3 балла.

РЕШЕНИЯ задач для 6-7 классов.

1. Иногда в ясную погоду у Луны, имеющей малую фазу (форму тонкого серпика), видна ночная (неосвещённая Солнцем) часть видимого полушария. Это явление называется "пепельный свет". Объясните явление.

Ответ: ночная сторона Луны освещена светом Солнца, отражённым от Земли - 1 балл.





2. Перед вами - художественная астрофотография (автор - Лоран Лаведер). Оцените по фотографии расстояние от фотоаппарата до девочек, «играющих» с Луной.

Решение. Диаметр Луны - 3500 км. С расстояния примерно 4000 тыс. км она кажется такого же размера, как и ладонь ребёнка (примерно 12 см). (Вариант: видимый диаметр Луны в 12 раз меньше роста левой девочки; на вид ей лет 8-9, рост 130-140 см) Расстояние найдём из пропорции:
 $3500\text{км}:400000\text{км} = 0,12\text{м}:X, X=14\text{м}$
($3500\text{км}:400000\text{км} = 0,11\text{м}:X, X=12,5\text{м}$)

Предложен в принципе верный метод оценки - 1 балл. Получен количественно обоснованный ответ - 1 балл. Разрешается использовать значение углового диаметра Луна как известное. Всего 2 балла.

3. 26 декабря 2019 года в восточном полушарии Земли будет наблюдаться кольцеобразное солнечное затмение. Будет ли Луна видна на небе в Москве (в случае ясной погоды) в момент встречи нового, 2020 года? Если нет, то почему? Если да, то как она будет выглядеть?

Решение: Солнечные затмения бывают в новолуние - 1 балл. Поэтому в момент встречи нового года возраст Луны будет 5 суток (растущий серп) - 1 балл. В возрасте меньше первой четверти Луна заходит до полуночи [тем более при отрицательном склонении] и не будет видна - 1 балл.

Всего 3 балла. За правильный ответ без обоснования или с обоснованием типа "я проверил при помощи электронного планетария" ставится 1 балл.

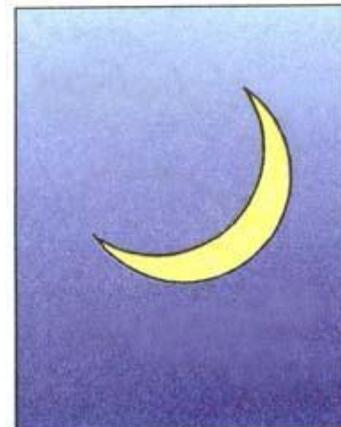
4. Луноход изучает Море Кризисов и пересекает его с севера на юг от точки с широтой 25°с.ш. до точки с широтой 10°с.ш. Сколько времени займёт такой маршрут, если луноход движется со средней скоростью 5 км/ч?

Решение. Радиус Луны - 1740 км - 1 балл. Длина лунного меридиана $2 \times 3,14 \times 1740 = 10927$ км - 1 балл. Луноход прошёл дугу 15° - 1/24 меридиана, или 455 км - 1 балл. При скорости 5 км/ч для этого требуется 91 ч. - 1 балл

Всего 4 балла. Правильное, но нерациональное решение (с вычислением длины 1° меридиана) - 3 балла. Правильное решение с использованием готового значения протяжённости Моря Кризисов с севера на юг, без использования значений широты - 2 балла.

РЕШЕНИЯ задач для 8-9 классов.

1. 1 апреля 2019 года трое любителей астрономии, живущие в европейской части России, на юге Аргентины и в Кении, выполнили зарисовки Луны. Кто из них нарисовал такой рисунок?



Решение. Новолуние было 5 апреля 1 апреля Луна была старая. Российский наблюдатель видел букву С, а кенийский - "лодочку". Рисунок сделал аргентинец. - 1 балл.

2. Предположим, во время солнечного затмения тень Луны падает на экватор Земли под прямым углом к поверхности планеты и имеет форму круга диаметром 200 км. Какую продолжительность полной фазы затмения зарегистрирует наблюдатель в этих условиях, если в ходе затмения он оказывается точно в центре тени?

Решение. Если тень Луны падает на экватор Земли под прямым углом, значит, вектор орбитальной скорости Луны направлен в этот момент параллельно земной поверхности и тень движется относительно центра Земли с такой же скоростью, что и Луна по орбите ($384400 \cdot 2\pi / (29,53 \cdot 24 \cdot 3600) = 0,947$ км/с, примерно 1 км/с), с запада на восток. Наблюдатель, находящийся на экваторе, также перемещается с запада на восток со скоростью $40075 / (24 \cdot 3600) = 0,464$ км/с, примерно 0,5 км/с. Скорость тени относительно наблюдателя составляет 0,483 км/с, 200-километровая тень пройдёт через наблюдателя за 414 с. С учётом оценочного характера задачи ответ - примерно 400 с.

Полное решение, правильный ответ - 3 балла. Решение с использованием сидерического месяца (т.е. без учёта перемещения Земли по орбите) - 2 балла. Решение без учёта относительного движения тени и наблюдателя - 1 балл.

Всего 3 балла.

3. *"Внутри Луны должна быть пустота,
Поскольку масса у неё не та", -*

такую гипотезу высказал современный поэт Владимир Кольнер.

Какой объём, в рамках этой гипотезы, должна иметь "пустота" внутри Луны, если принять плотность вещества нашего спутника равной средней плотности Земли - 5500 кг/м^3 ? Каков радиус полости, если она сферическая?

Решение. При плотности 5500 кг/м^3 вещество массой $7,35 \cdot 10^{22}$ кг занимало бы объём $1,3 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$. - 1 балл. Реальный объём Луны больше: $4\pi / 3 \cdot (1,74 \cdot 10^6)^3 = 2,2 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$. Разность этих объёмов $\Delta V = 0,9 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$ и есть искомый объём полости. - 1 балл

Теперь вычислим радиус полости: $R = (3V/4\pi)^{1/3} = 1300 \text{ км}$. - 1 балл.

Всего 3 балла.

4. В момент новолуния Луна получала от Солнца столько же энергии, сколько в момент предыдущего новолуния. Каковы даты этих новолуний?

Решение. Центр масс системы Земля-Луна обращается вокруг Солнца по эллиптической орбите, из-за чего одноименные конфигурации Луны реализуются на разных расстояниях от Солнца. Однако, по условию, Луна в моменты двух последовательных новолуний получала от Солнца одинаковое количество энергии, т.е. расположена на одинаковом расстоянии от него - 1 балл. Это возможно, если новолуния происходят в симметричных точках эллипса, а полнолуние - в одной из вершин большой оси, т.е. в точке перигелия или афелия - 1 балл. Перигелий своей орбиты Земля проходит 4 января, афелий 4 июля, между полнолунием и новолунием проходит примерно 15 суток. Возможные даты: 20 декабря и 19 января или 19 июня и 19 июля - 1 балл. Ответы могут отличаться на 1-2 дня.

Всего 3 балла. Если найдена только одна пара дат - 2 балла.

РЕШЕНИЯ задач для 10-11 классов.

1. Какая сторона Луны подвергается более сильному воздействию солнечного ветра - видимая или обратная?

Ответ: обратная, т.к. она обращена к Солнцу в момент новолуния, и расстояние до Солнца меньше. Кроме того, в новолуние Луна находится за пределами магнитного поля Земли, а в полнолуние - в пределах магнитопаузы (за Землёй) - 1 балл.

2. Турист, отдыхающий на тропическом курорте, однажды утром вышел на берег моря и увидел, как краешек полной Луны коснулся воды. Как скоро после этого Луна зайдёт (пересечёт математический горизонт наблюдателя)? Будем считать, что курорт расположен на экваторе.

Решение. Вообще-то Луна уже зашла. Рефракция у горизонта поднимает светила на $35'$, что больше углового диаметра Луны. В тот момент, когда лунный диск коснулся видимого горизонта нижним краем, Луна уже пересекла математический горизонт, и видна только за счёт рефракции - 2 балла.

Решение типа "Луна зайдёт примерно через 2 минуты, т.к. суточные траектории светил на экваторе расположены перпендикулярно горизонту и небесная сфера поворачивается на 1 градус за 4 минуты" оценивается в 1 балл.

Всего 2 балла.

3. Вследствие эллиптичности орбит Земли и Луны видимый с Земли угловой диаметр Солнца изменяется от $31'31''$ до $32'36''$, а Луны - от $29'20''$ до $33'32''$. На сколько

изменяется видимая звёздная величина Солнца в ходе самого яркого кольцеобразного затмения? Потемнением солнечного диска к краю пренебречь.

Решение. Затмение будет самым ярким при наибольшей из возможных площадей кольца. Найдём, какую долю составляет эта площадь от площади диска Солнца: $(1956^2 - 1760^2)/1956^2 = 0,1914$ - 1 балл. Если пренебречь потемнением диска Солнца к краю, освещённости от кольца и от полного диска относятся так же - 1 балл. Отсюда, по формуле Погсона, находим, что звёздная величина затменного Солнца увеличится на $1,8^m$ - 1 балл.

Всего 3 балла.

4. В нашу эпоху орбитальный момент импульса Луны в 5 раз больше осевого момента импульса Земли. Вследствие приливов осевой момент Земли постепенно уменьшается, а Луна, по закону сохранения момента импульса, удаляется от неё (считаем систему замкнутой). Эволюция системы закончится, когда осевой период Земли сравняется с орбитальным периодом Луны. Каким будет тогда расстояние до Луны? Период осевого вращения Земли? Период смены лунных фаз? Для оценочного расчёта пренебрежём осевым моментом импульса Земли в конечном состоянии и осевым моментом импульса Луны в обоих случаях.

Решение. В замкнутой системе момент импульса сохраняется, т.е. сумма орбитального момента Луны $L_{л}$ и осевого момента Земли $L_{з}$ после окончания эволюции будет равна орбитальному моменту луны $L'_{л}$:

$$L_{л} + L_{з} = 1,2 L_{л} = L'_{л}. \text{ Отсюда } r_1^2 w_1 \cdot 1,2 = r_2^2 w_2 - 1 \text{ балл.}$$

С другой стороны, старая и новая орбита Луны подчиняются третьему закону Кеплера: $r_1^3/r_2^3 = w_2^2/w_1^2$. Решая систему, получим расстояние в $1,2^2$ раз больше (550 тыс. км) - 1 балл, период обращения Луны вокруг Земли и период её осевого вращения в $1,2^3$ раз больше (47,2 сут) - 1 балл. Период смены фаз находим из синодического уравнения (54,2 сут) - 1 балл.

Всего 4 балла.

Автор-составитель комплекта - Н.Е.Шатовская. Редактор - И.А.Утешев.