



Открытый дистанционный интеллектуально-творческий марафон «МАРС: миссия выполнима» Номинация «РАЗ ЗАДАЧА, ДВА ЗАДАЧА...»

Решения задач для 6-7 классов

1. (1 балл) Какие созвездия являются зодиакальными для Марса? Обоснуйте свой ответ.

Решение. Поскольку орбита Марса наклонена к плоскости земной орбиты менее чем на 2° (0,5), зодиакальными будут те же созвездия, что и на Земле (0,5).

Примечание. Участник может указать как зодиакальное также созвездие Кита (в котором с Земли можно наблюдать Луну и планеты).

2. (2,5 балла) а) Марс совершает один оборот вокруг Солнца за 687 суток. Почему же между противостояниями Марса проходит больше времени - 780 суток (в среднем)?

б) Почему некоторые противостояния называют великими? Как часто они бывают? Дайте развёрнутые ответы, сопроводив решение рисунками и вычислениями.

Решение. а) Противостояния не повторяются через год, потому что Марс движется по орбите медленнее, чем Земля. Противостояние повторится, когда Земля «обгонит» Марс на один оборот. За 780 дней Земля проходит $780^\circ \cdot 360/365 = 769^\circ$, а Марс $780^\circ \cdot 360/687 = 409^\circ$, т.е. ровно на 360° меньше, чем Земля (1).

Примечание. Участник мог использовать синодическое уравнение или сделать расчёт через угловую скорость. Эти решения являются равноценными.

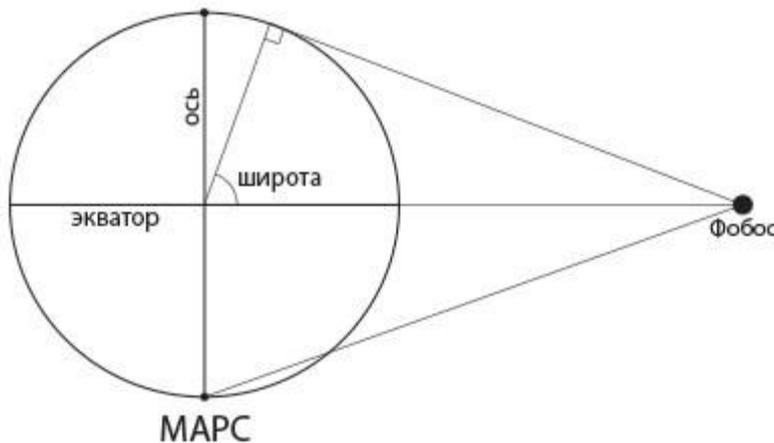
б) Великими называют противостояния Марса, когда расстояние до Земли менее 60 млн км. Такое бывает, если в момент противостояния Марс находится недалеко от перигелия своей орбиты. Это условие выполняется для противостояний, происходящих с конца июля до конца сентября (0,5). Интервал времени между противостояниями – два года и 50 дней. 50 дней – это $10/73$ года, т.е. меньше $1/7$, но больше $1/8$ части года. Поэтому, чтобы великое противостояние повторилось, должно пройти 7 или 8 периодов по 780 суток, т.е. 15 или 17 лет (1).

3. (2,5 балла) Спутник Марса Фобос обращается приблизительно в экваториальной плоскости на высоте 6000 км над поверхностью планеты, диаметр Марса - 6800 км. Виден ли Фобос из приполярных областей Марса? В каких широтах он виден? Подсказка: при решении используйте чертёж.

Решение. Сделаем чертёж, соблюдая масштаб. Марс изобразим в виде шара радиусом 3,4 см, обозначим ось вращения планеты и экватор (перпендикулярно оси), нарисуем Фобос на расстоянии 6 см над экватором планеты (1).

Свет распространяется по прямой (0,5). Между полюсами Марса и Фобосом нельзя провести прямую линию – она пройдёт внутри планеты. Следовательно, с полюсов Марса Фобос не виден.

Проведём прямую через Фобос, чтобы она касалась поверхности Марса. Угол между экватором и направлением на точку касания – это и есть широта этой точки. Измерим этот угол транспортиром, он равен 69° . Таким образом, Фобос можно наблюдать между 69° с.ш. и 69° ю.ш. (1)



Примечание. Для оговоренного в условии графического решения задачи не требуется знание тригонометрии.

4. (4 балла) Вы планируете кругосветное путешествие марсохода по Красной планете. Реально ли совершить такое путешествие за один земной год, если средняя скорость марсохода 5 км/ч, а перемещаться он может (из соображений безопасности) только в светлое время суток? Разработайте маршрут марсохода, подумайте, какие марсианские достопримечательности нужно обязательно посетить, нарисуйте карту путешествия.

Решение. Задача является творческой и не имеет однозначного решения.

Для ответа на первый вопрос вычислим длину экватора Марса: $6800 \text{ км} \cdot 3,14 = 21352 \text{ км}$. Это минимальное расстояние, которое должен преодолеть марсоход. Реальный маршрут будет длиннее, так как не всегда можно перемещаться по кратчайшему пути.

Из-за разреженной атмосферы сумерек на Марсе не бывает, поэтому светлое время на экваторе длится ровно половину марсианских солнечных суток, т.е. 12 ч 20 минут, или $37/3$ часа. Каждый день марсоход будет преодолевать 61,67 км, и за земной год пройдёт 22508 км. Таким образом, совершить кругосветное путешествие по Марсу за земной год реально, но нужно тщательно продумать маршрут.

Заметим, что марсоход может пройти большее расстояние, если выберет траекторию, наклонённую к экватору, и будет перемещаться по средним широтам в летний для данного полушария период, когда долгота дня больше средней.

Вторая часть задачи - выбор достопримечательностей и разработка маршрута. Здесь важно учесть рельеф местности и прокладывать маршрут в обход непреодолимых для марсохода препятствий.

Оригинальная идея для путешествия – навестить другие марсоходы (починить, выкопать из песка, заменить батареи и т.п.). Или, к примеру, выяснить, что стало с самым первым марсоходом ПрОП-М (проект Советского Союза, 1971 год) - может быть, удастся вернуть его в строй?

Третья часть задачи – собственно карта путешествия.

Каждая часть задачи оценивается в 1-1,5 балла, в зависимости от качества решения. Всего не более 4 баллов.

5. (5 баллов) Бывают ли на Марсе: зима и лето, полярный день и полярная ночь, - солнечные затмения, облака, дождь, ветер, иней, метеориты, метеоры, полярные сияния? В каждом случае поясните: если нет – то почему, а если да – то чем они отличаются от земных аналогов.

Сезоны года определяются наклоном оси планеты. У Марса он примерно такой же, как у Земли – 25° , поэтому зима и лето там бывают, только продолжаются дольше, чем на Земле.

Полярные дни и ночи тоже связаны с наклоном оси. Выше 65° широты на Марсе Солнце может быть невосходящим и незаходящим. Продолжительность полярных дней и ночей также больше, чем на Земле. Кроме того, полярная ночь на Марсе совершенно тёмная – сумерек на планете не бывает и яркого спутника, видимого из заполярья, у планеты нет.

Аналогом солнечного затмения можно считать прохождения Фобоса и Деймоса по диску Солнца. Затмения бывают только частными, т.к. спутники у Марса маленькие и полностью солнечный диск не закрывают.

Плотных облаков из водяного пара на Марсе, конечно, нет. Но разреженные облака в верхних слоях атмосферы наблюдаются регулярно. Предположительно они состоят из водяного или углекислотного льда.

Дождей на планете не бывает, так как при низком давлении ни вода, ни углекислота не могут быть в жидкой фазе. Осадки в твёрдом виде – углекислотный снег и иней – также наблюдались.

Ветры на Марсе возникают из-за перепадов давления в атмосфере, когда летом полярные шапки по очереди испаряются. Скорость ветра может достигать 100 м/с (но плотность газа при этом очень мала).

Метеориты падают на Марс, как и на все планеты Солнечной системы. Однако скорость метеорита меньше, чем на Земле, по двум причинам: на большем расстоянии от Солнца метеорные тела имеют меньшую скорость и гравитация самого Марса меньше, чем у Земли.

Метеоры на Марсе бывают, но их меньше (так как планета захватывает меньше космических пылинок) и они менее яркие, чем на Земле (из-за малой плотности атмосферы).

Полярные сияния возникают, когда отклонённые магнитным полем планеты частицы солнечного ветра с высокой скоростью проходят через разреженный газ в верхних слоях атмосферы. Магнитное поле у Марса слабое, а солнечный ветер в районе планеты слабее, чем у Земли. Полярные сияния на Марсе редки, но иногда регистрируются.

Правильный ответ на каждый пункт оценивается в полбалла.