

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
по АСТРОНОМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2024-2025 учебный год

9 классы

Решения и критерии оценивания

Максимальное количество баллов -35 баллов.

Задача 1

22 марта наблюдалось полнолуние. В каком созвездии находилась Луна?

Решение

В полнолуние Луна находится в районе эклиптики в точке противоположной Солнцу. Солнце 22 марта находится в точке весеннего равноденствия - созвездии Рыб, значит Луна в точке осеннего равноденствия – созвездии Девы.

Оценка

Знание связи фаз Луны с её конфигурациями – 2 балла, знание положений точек равноденствий – по 1 баллу. **Итого 4 балла.**

Задача 2

Во время мощных вспышек на Солнце выбрасываются облака горячей плазмы, скорость которых достигает 1500 км/с. Оцените время, за которое выброшенные облака плазмы достигнут Земли и радиоизлучение достигнут Земли.

Решение

Выброс плазмы достигнет Земли за время

$$t = \frac{S}{v} = \frac{150000000 \text{ км}}{1500 \text{ км/с}} = 100000 \text{ с} \approx 30 \text{ часов.}$$

Для радиоизлучения будет другая скорость – скорость света:

$$t = \frac{S}{c} = \frac{150000000 \text{ км}}{300000 \text{ км/с}} = 500 \text{ с} \approx 8 \text{ минут.}$$

Оценка

Запись формулы 1 балл, подстановка правильных значений расстояния от Земли до Солнца и скорость света по 1 баллу, запись ответа 30 часов и 8 мин по 1 баллу.

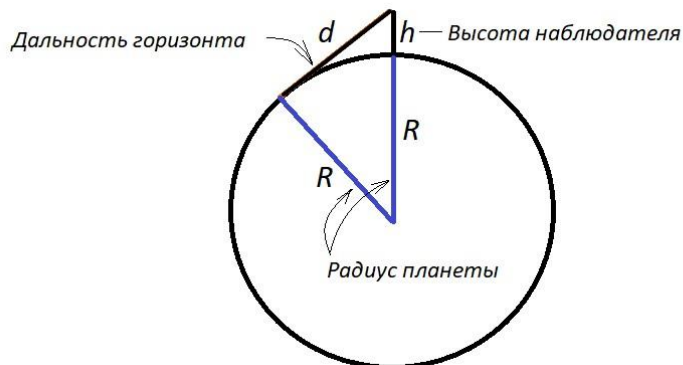
Запись формулы – 2 балла, решение уравнения – 2 балла, перевод секунд в часы – 1 балл. **Итого 5 баллов.**

Задача 3

Космонавт находится в небольшом лунном кратере Аристарх, диаметр которого 40 км. Сможет ли он увидеть подножие стенок этого кратера?

Решение

Изобразим чертёж



Для прямоугольного треугольника на рисунке запишем теорему Пифагора:

$$d^2 = (R + h)^2 - R^2,$$

тогда

$$d^2 = 2Rh + h^2.$$

Но h – рост космонавта – очень мал по сравнению с радиусом Луны, им можно пренебречь. Тогда

$$d = \sqrt{2Rh} = \sqrt{2 \cdot 1740000 \cdot 1,8} \approx 2500 \text{ (м)}.$$

То есть при росте космонавта в 1,8 м дальность горизонта составит 2,5 км, и подножие стенок кратера увидеть нельзя.

Оценка

Решение задачи состоит из простых этапов: чертежа- 2 балла, составление уравнения для дальности горизонта d – 2 балла, его решения – 2 балла, вывод о видимости подножия кратера -2 балла. **Итого 8 баллов.**

Задача 4

Вращение Солнца происходит с востока на запад, т. е. восточный край приближается к нам, а западный удаляется. Земля же вращается с запада на восток. Параллельны или антипараллельны векторы угловых скоростей Солнца и Земли?

Решение

Если смотреть с северного полюса эклиптики, то вращение Солнца и Земли происходит в одном направлении: против часовой стрелки. Векторы угловых скоростей вращения Солнца и Земли приблизительно сонаправлены.

Оценка

Для того, чтобы ответить на вопрос задачи, необходимо перейти в другую точку отсчёта. Это может быть северный полюс эклиптики или северный полюс мира и т.д. – 2 балла. Определение направления вращения 1 балл. За правильный вывод – 1 балл. **Итого 4 балла.**

Задача 5

Какова будет ошибка в определении местоположения на Земле, выраженная в километрах, у двух путешественников, один из которых находится на экваторе, а другой на широте Санкт-Петербурга (широта 60°), если погрешность часов 1 минута?

Решение

Для определения долготы всегда используются часы. Погрешность часов вызывает погрешность в определении долготы. Последняя равна углу, на который поворачивается Земля за время ошибки часов. Умножив этот угол на длину параллели, найдем ошибку в километрах. На экваторе:

$$\Delta L_0 = \frac{2\pi R}{24 \cdot 60} = \frac{6,28 \cdot 6370}{1440} = 28 \text{ (км)}.$$

Радиус параллели на другой широте φ отличается от экваториального в $\cos \varphi$ раз. Поэтому на широте 60° получим:

$$\Delta L_{60} = \Delta L_0 \cos 60^\circ = 14 \text{ (км)}.$$

Оценка

Понимание и указание на тот факт, что погрешность часов связана с долготой – 2 балла. Запись формулы и вычисление погрешности на экваторе – 2 балла. Вычисление радиуса параллели на широте φ – 2 балла. Вычисление погрешности на широте φ – 2 балла. **Итого 8 баллов.**

Задача 6

Определите во сколько раз масса планеты Уран больше массы Земли, если известно, что спутник Урана Умбриэль обращается вокруг него с периодом 4,1 сут. на среднем расстоянии 266 тыс. км. для Луны эти величины равны соответственно 27,3 сут. и 384 тыс. км.

Решение

Используем третий закон обобщенный закон Кеплера:

$$\frac{T_1^2 (M_1 + m_1)}{T_2^2 (M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

Пренебрегая массами спутников m_1 и m_2 по сравнению с массами планет, найдем

$$M_1 = \frac{T_2^2}{T_1^2} \cdot \frac{a_1^3}{a_2^3} \cdot M_2.$$

Индекс 1 соответствует системе Урана, индекс 2 – Земле. Подставим фактические данные:

$$M_1 = \frac{27,3^2}{4,1^2} \cdot \frac{266000^3}{384000^3} \cdot M_2 = 14,7 M_2.$$

Таким образом, Уран тяжелее Земли в 14,7 раза.

Оценка

Запись обобщенного третьего закона Кеплера – 2 балла, преобразование его под условие задачи – 2 балла, подстановка числовых значений и запись ответа – 2 балла. **Итого 6 баллов.**