

Всероссийская олимпиада школьников

Муниципальный этап

Астрономия, 2020 год

11 классы

Критерии проверки

Все задания по 8 баллов

Задание 1 (8 баллов)

Какова должна быть минимальная высота спутника, что бы его можно было одновременно наблюдать с экватора и северного полюса?

Решение:

Такой спутник находится в четвёртому углу квадрата сформированного точкой на экваторе, центром Земли и полюсом. То есть его высота равна $R_e(\sqrt{2} - 1) \approx 6378(\sqrt{2} - 1) \approx 2642\text{км}$

Ориентировочные критерии оценивания:

2 балла за демонстрацию понимания геометрии ситуации

4 балла за корректную формулу

2 балла за окончательный расчёт

Задача так же может решаться через формула расчёта дальности горизонта

Задание 2 (8 баллов)

Туманность Андромеды видна с Земли как эллипс с видимым размером 3.167° на 1° . Расстояние до неё составляет 2,54 млн световых лет. Рассчитать её диаметр.

Решение:

Туманность Андромеды это спиральная галактика, плоскость которой наклонена к нам. Это значит что для расчёта диаметра мы должны брать больший из угловых размеров. Это значит что её диаметр составит

$$D = 2 \cdot 2540000 \cdot \tan(3.167^\circ) \approx 281000\text{св. лет}$$

Ориентировочные критерии оценивания:

2 балла за демонстрацию понимания геометрии ситуации и знание того что такое туманность Андромеды

1 балл за выбор большего размера для расчетов

4 балла за корректную формулу

1 балл за окончательный расчёт

Задание 3 (8 баллов)

Сколько требуется звёзд б звёздной величины что бы обеспечить такую же суммарную яркость какую обеспечивает полная Луна?

Решение:

Звёздная величина полной Луны $m_m = -12,7$. По формуле

$$-12,7 - 6 = -2,5 \log_{10} \left(\frac{I_m}{I_s} \right) = -2,5 \log_{10}(N)$$

это значит, что она ярче звезды шестой звёздной величины в $N \approx 3 \cdot 10^7$ раз. То есть, ответ $N \approx 2,9 \cdot 10^{12}$

Ориентировочные критерии оценивания:

2 балла за демонстрацию понимания того что такое звёздная величина и что их нельзя просто так складывать

4 балла за корректную формулу

2 балла за окончательный расчёт

Задание 4 (8 баллов)

Последнее противостояние Земли и Марса случилось 13 октября 2020 года. Когда произойдёт следующее? Орбиты считать идеально круглыми.

Решение:

Период обращения Земли вокруг Солнца составляет 365,26 суток, Марса — 686,98 земных суток. Соответственно, за одни земные сутки Земля проходит по орбите $\omega_e = 360^\circ / 365,26 \approx 0,99^\circ$, а Марс $\omega_m = 360^\circ / 686,98 \approx 0,52^\circ$. Так как они движутся по орбите в одну сторону за одни сутки угловое расстояние между их положениями на орбите изменится на $\omega = \omega_e - \omega_m \approx 0,46^\circ$. Следующее противостояние произойдёт когда они снова встретятся в одной точке, то есть когда угол между их положениями на орбите составит 360° , то есть через $\frac{360^\circ}{\omega} = \frac{360^\circ}{0,46^\circ} \approx 780$ суток, то есть через 2 года и 50 суток (учитывая что 2021 и 2022 не високосные) то есть примерно 12 декабря 2022.

Ориентировочные критерии оценивания:

2 балла за демонстрацию понимания того что такое противостояние планет

3 балла за вывод правильной формулы

1 балл за получение правильного результата в сутках

2 балл за расчёт корректной даты

Задание 5 (8 баллов)

21 июня в полдень длинна тени от вертикальной палки была равна длине самой палки. На какой широте такое могло произойти.

Решение:

То, что длинна тени от палки была равна длине самой палки означает что солнце находилось на высоте 45 градусов к горизонту. Но 21 июня это день летнего солнцестояния. Это значит что в полдень Солнце находилось на линии, соединяющей точку юга на небесном экваторе и северный небесный полюс на высоте в столько же градусов насколько эклиптика наклонена к небесному

экватору, то есть на $23,45^\circ$. То есть небесный экватор в этой точке наклонён на угол $45^\circ - 23,45^\circ = 21,55^\circ$ если дело происходило в северном полушарии, и $45^\circ + 23,45^\circ = 68,45^\circ$ если в южном. Итого ответ $21,55^\circ$ градуса северной широты или $68,45^\circ$ южной широты

Ориентировочные критерии оценивания:

- 1 балл за осознание того что дело происходит в летнее солнцестояние
- 2 балла за демонстрацию понимания геометрии ситуации
- 2 балла за расчёт углов
- 3 бала за нахождение обоих решений

Задание 6 (8 баллов)

Какого минимального размера сферу с альбедо 0,8 можно было бы увидеть невооруженным глазом с Земли если она вращается по той же орбите что и Марс. Альбедо Марса равно 0,17

Решение:

Объект минимальной яркости, который можно увидеть невооруженным глазом имеет яркость равную 6 звёздной величине. То есть он в

$$-2,97 - 6 = -2,5 \log_{10} \left(\frac{I_m}{I_s} \right) = -2,5 \log_{10}(N)$$

$N \approx 3631$ тусклее Марса. Количество отражаемого света зависит от площади поверхности и альбедо. То есть для радиус этой сферы мы иммет соотношение

$$\alpha_M \pi R_M^2 = N \alpha \pi R^2$$
$$R = \sqrt{\frac{\alpha_M}{\alpha} \frac{1}{N}} R_M = \sqrt{\frac{0,17}{0,8} \frac{1}{3631}} 3400 \approx 26 \text{ км}$$

Ориентировочные критерии оценивания:

- 1 балла за демонстрацию понимания того, что такое альбедо
- 3 балла за расчёт отношения яркостей
- 3 балла за вывод формулы для размера
- 1 балл за окончательный расчёт