АСТРОНОМИЯ
ВСЕРОССИЙСКАЯ
ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ

Задания
муниципального этапа
2026-2027 учебный год
9 класс

Задание 1.

Спутник над Краснодаром

Искусственный спутник движется по круговой орбите на высоте H=6400 км над поверхностью Земли. В некоторый момент из Краснодара (φ=45° с. ш.) он виден в зените.

1. На каком расстоянии от центра Земли движется спутник?
2. Найдите период обращения спутника. Ответ выразите в часах и округлите до десятых.
3. Найдите линейную скорость спутника.
4. На каком максимальном расстоянии от Краснодара по поверхности Земли (по дуге) может находиться человек, чтобы он тоже мог видеть этот спутник одновременно с наблюдателем, находящимся в Краснодаре, для которого спутник виден в зените?
5. Перечислите все условия, которым должен удовлетворять геостационарный спутник. Может ли данный спутник быть геостационарным? Ответ обоснуйте.

Задание 2.

Наблюдения в Краснодаре

В некоторый момент времени в Краснодаре (φ = 45° с.ш., долгота λ=39° в.д.) вблизи верхней кульминации наблюдались звёзды А ($\alpha = 23^h\,57^m$), Б ($\alpha = 23^h\,59^m$), В ($\alpha = 00^h\,01^m$), Луна ($\alpha = 00^h\,05^m$) и Солнце ($\alpha = 00^h\,00^m$). Все три звезды расположены точно на небесном экваторе. Считайте, что Солнце также находится на небесном экваторе, а Луна – вблизи него (для оценок примите $\delta_{Луны}$=0°). Считайте, что за сутки прямое восхождение Солнца увеличивается примерно на 1°, а Луны – примерно на 13°.

1. Определите местное звёздное время в момент наблюдения.
2. Найдите часовые углы звёзд А, Б, В, Луны и Солнца (ответ выразите в градусах)
3. Чему равно склонение звёзд А, Б, В?
4. На какой высоте в градусах наблюдалась верхняя кульминация звезды А?
5. Определите фазу Луны в этот момент. Ответ обоснуйте.
6. Расставьте небесные тела в порядке их восхода на следующий день.

7. Чему равно склонение Солнца через сутки после описанного момента? Ответ выразите в угловых секундах.

Задание 3.

Транзит экзопланеты

Астрономы наблюдают транзит экзопланеты, которая обращается вокруг звезды, похожей на Солнце. Радиус орбиты планеты равен большой полуоси орбиты Меркурия (0,39 а.е.). Радиус звезды равен радиусу Солнца (696 000 км), а радиус планеты в 10 раз больше радиуса Земли (6371 км). Орбита планеты круговая и лежит в плоскости, перпендикулярной лучу зрения.

1. Определите орбитальный период экзопланеты в земных сутках, используя III закон Кеплера. Считайте, что масса звезды равна массе Солнца.
2. Вычислите линейную скорость движения планеты по орбите. Ответ выразите в км/с.
3. Оцените, какое расстояние (в километрах) планета проходит по диску звезды от момента первого касания до момента последнего касания.
4. Найдите характерную длительность транзита. Ответ выразите в часах, минутах и секундах.

Задание 4.

Фазы Луны на снимке

На рисунке представлена композитная фотография, составленная из снимков Луны, сделанных из одного и того же пункта наблюдения в Северном полушарии Земли в одно и то же время суток (например, в 20:00 по местному времени) в течение нескольких последовательных дней. Снимки расположены слева направо в хронологическом порядке.



1. Определите, является ли Луна на снимке растущей или убывающей. Ответ обоснуйте, обратив внимание на форму терминатора (границы света и тени) и направление «рогов» серпа.

2. Оцените приблизительную элонгацию (угловое расстояние от Солнца) Луны для самого левого и самого правого снимков в последовательности. Оцените

приблизительную элонгацию (угловое расстояние от Солнца) Луны для самого левого и самого правого снимков в последовательности. Используйте приближенную формулу связи доли освещенного диска k и элонгации E

$$k = \frac{1 - \cos E}{2}.$$

Ответ выразите в градусах.

3. Оцените, сколько времени (в земных сутках) прошло между первым и последним снимками, если считать, что синодический период обращения Луны составляет примерно 29,5 суток. Ответ округлите до целых.

Задание 5.

Спектр далёкой галактики

Астрономы получили спектр далёкой галактики. В её спектре обнаружена линия водорода H_α с лабораторной длиной волны $\lambda_0 = 656{,}3$ нм. Наблюдаемая длина волны этой линии оказалась равной $\lambda = 721{,}9$ нм. Считайте, что галактика удаляется от нас, а постоянная Хаббла H_0=70 км/(с·Мпк). 1 Мпк = $3{,}09 \cdot 10^{19}$ км, скорость света с = $3 \cdot 10^5$ км/с.

1. Определите красное смещение z для этой галактики.
2. Найдите скорость удаления галактики v (в км/с). Считать, что скорость много меньше скорости света, поэтому можно использовать формулу $v = c \cdot z$.
3. Оцените расстояние r до галактики в мегапарсеках (Мпк), используя закон Хаббла.
4. Во сколько раз энергия фотона H_α, прилетевшего от этой галактики и зарегистрированного астрономами, меньше энергии фотона H_α в момент его излучения в галактике?

Задание 6.

Сверхновая в далекой галактике

В одной из далёких галактик вспыхнула сверхновая звезда типа Ia. В максимуме блеска её видимая звёздная величина составила $m = 18{,}0^m$. Известно, что абсолютная звёздная величина сверхновых этого типа примерно одинакова и равна $M = -19{,}0^m$.

1. Оцените расстояние до этой галактики в парсеках (пк) и в мегапарсеках (Мпк). Используйте формулу связи видимой и абсолютной звёздной величины.
2. Во сколько раз видимая яркость (освещённость) этой сверхновой в максимуме больше яркости звезды с видимой звёздной величиной $m_0 = 22{,}0^m$? Используйте формулу Погсона.
3. Сможет ли эту сверхновую увидеть невооружённым глазом наблюдатель на Земле? Ответ обоснуйте. Предельная звёздная величина для невооружённого глаза при идеальных условиях наблюдения равна $m_{пред} = 6{,}0^m$

4. Если бы эта сверхновая вспыхнула на расстоянии 10 пк от Земли, какой была бы её видимая звёздная величина? Сравните её с видимой звёздной величиной Солнца ($m_\odot = -26{,}7^m$) и сделайте вывод, была бы она ярче или слабее Солнца.