

Всероссийская олимпиада школьников

муниципальный этап

Астрономия, 2013 год

11 класс

Критерии проверки

Все задания по 8 баллов

Таблицы с баллами носят ориентировочный характер

Время проведения – 3,5 часа

1

Некая звезда, направление на которую расположено перпендикулярно плоскости земной орбиты, имеет параллакс в 0,05 угловой секунды и её видимая величина равна 2^m . Найти её абсолютную звёздную величину. Радиус орбиты Земли считать равным 150 млн. километров

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник правильно нашёл расстояние до звезды в парсеках или световых годах
5 баллов	
6 баллов	Участник верно привёл формулу для расчёта абсолютной зв.в.
7 баллов	
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение

Расстояние до этой звезды составляет $1/\pi$ ($0.05''$) $\approx 20,1$ пк. Абсолютной звёздной величиной считается видимая звёздная величина на расстоянии 10 парсек, то есть для этой звезды она будет равна

$$M = m - 5\lg(d/d_{\odot}) = 2 - 5\lg(20,1/10) = 0,48^m$$

Ответ: $0,48^m$

2

На каком минимальном расстоянии от северного полюса можно принимать сигнал с геостационарного спутника на поверхности Земли? Радиус Земли считать равным 6370 км

1 балл	Задача решена полностью неверно. Участник продемонстрировал непонимание того, что такое геостационарная орбита
2 балла	

3 балла	
4 балла	Участник правильно нашёл либо вспомнил расстояние до геостационарного спутника
5 баллов	Участник нарисовал корректный чертёж видимости спутника на геостационарной орбите
6 баллов	
7 баллов	Участник верно рассчитал географическую широту местности, на которой спутник может наблюдаться
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение

Высота геостационарного спутника над поверхностью Земли такова, что период его обращения совпадает со скоростью вращения Земли, то есть приняв его расстояние до центра Земли за R , массу спутника за m , массу Земли за M_3 получим

$$m\omega^2 R = G \frac{m}{R^2}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{G}{\omega^2}}$$

но ускорение свободного падения $g = \frac{G}{R_3^2}$, то

$$R = \sqrt[3]{\frac{gR_3^2}{\omega^2}} = \sqrt[3]{\frac{gR_3^2 T^2}{(2\pi)^2}} = \sqrt[3]{\frac{9,81 * 6370000^2 * 24 * 3600}{(2 * 3,14)^2}} \approx 42000000 \text{ м} = 42000 \text{ км}$$

Отсюда географическая широта местности, на которой это ещё возможно составит $\alpha = (6370/42000) \approx 81^\circ$,
 $40000 * 9^\circ / 360^\circ \approx 1000$.

Ответ: 1000 километров

3

У некоторой звезда верхняя кульминация находится в зените, а нижняя — на линии горизонта. На какой географической широте такое может быть?

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник правильно понял механизм происходящих процессов
5 баллов	
6 баллов	Участник нашёл правильную цифру, но не указал, что это может быть как южная, так и северная широта
7 баллов	
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение

Так как звезда в ходе суточного движения по небу описывает круг вокруг небесного полюса, то полюс расположен на высоте $(90^\circ + 0^\circ)/2 = 45^\circ$. Следовательно, географическая широта местности составляет 45° . Установить, являются ли эти 45° градусами северной или южной широты по приведённым данным невозможно

Ответ: 45° северной широты или 45° южной широты

4

Сколько времени прошло от соединения до противостояния планеты, если её блеск за это время изменился на две звёздных величины? Считать, что планета находится в Солнечной системе и вращается вокруг Солнца в ту же сторону, что и Земля.

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	
3 балла	Участник нашёл, во сколько раз изменилась энергия излучаемая планетой
4 балла	Участник нашёл, во сколько раз изменилось расстояния до планеты
5 баллов	
6 баллов	Участник рассматривал внутреннюю планету и верно решил задачу для неё, либо неверно учёл направление движения планет
7 баллов	Задача решена, но с арифметическими ошибками либо неправильно учёл направление движения планет
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение:

Изменение блеска на две звёздных величины соответствует изменению энергии в $2,512^2 \approx 6,31$ раза. Но энергия ослабляется пропорционально квадрату расстояния, значит планета стала ближе в $\sqrt{6,31} = 2,512$ раза. Пусть радиус орбиты планеты r , радиус орбиты Земли R , тогда $R + r = 2,512(r - R)$. Решая, найдём что $r \approx 2,32R$. То период обращения этой планеты составит $2.32^{2/3} = 1,75$ земного года. Это значит, что за 1 земной день она проходит $360/(365,25 * 1,75) \approx 0,56$ градуса, а Земля за один земной день проходит $360/365,25 \approx 1$ градус, и они движутся по орбите в одну сторону, а значит её угловое положение относительно Земли изменяется на $1 - 0,56 = 0,44$ градуса/сутки. Для того, что бы перейти от соединения до противостояния, взаимное расположение планет должно измениться на 180 градусов, для чего потребуется $180/0,44 \approx 409$ земных суток

Ответ: 409 земных суток

5

Некая планета совершает один оборот вокруг звезды за 300 земных суток, а вокруг своей оси за 200 земных суток, причём вращение ретроградное, то есть идёт в обратную сторону. Сколько солнечных суток в году на этой планете? Во сколько раз солнечные сутки на этой планете длиннее, чем на Земле?

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник не понял разницу между солнечными и звёздными сутками
5 баллов	
6 баллов	Участник не верно учёл направление вращения
7 баллов	
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение

В случае ретроградного движения количество звёздных дней за год на планете на 1 меньше количества солнечных (Так как минус один оборот набирается из-за орбитального движения). Так как за свой год эта планета совершает 1,5 оборота вокруг своей оси, то в её году буде $1,5+1=2,5$ суток. То есть продолжительность солнечных суток на ней составит $300/2,5=120$ земных суток

Ответ: 2,5 суток, в 120 раз

6

Сколько времени потребуется космическому кораблю, что бы стартую с орбиты вокруг земли радиусом 130 километров по долететь до Луны с минимальным расходом топлива? Радиус орбиты луны считать равным 384400 км, радиус Земли равен 6370 км, орбитальный период Луны 27,3 дня.

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник продемонстрировал знание того, какая орбита требует наименьшего расхода топлива
5 баллов	
6 баллов	Участник продемонстрировал знание 3-го з-на Кеплера
7 баллов	
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение

Радиус орбиты космического корабля относительно центра земли составляет $6370 + 130 = 6500$ километров. Полёт с минимальным расходом топлива — это полёт по гомановская орбите, то есть по эллипсу касающемуся начальной и конечной орбиты. В данном случае его большая полуось составит $(6500 + 384400)/2 = 195450$ километров. По третьему закону Кеплера квадраты орбитальных периодов относятся как кубы больших полуосей, а время полёта космического корабля — половина времени полёта по соответствующему эллипсу то есть $T = (195450/384400)^{3/2} * 27,3/2 \approx 4,95$ суток, то есть 4 дня 23 часа

Ответ: 4 дня 23 часа

Максимальное количество баллов- 48 баллов