

Всероссийская олимпиада школьников

II (муниципальный) этап

Астрономия, 2011 год

10 класс

Критерии проверки

Все задания по 8 баллов

Таблицы с баллами носят ориентировочный характер

Задание 1.

Согласно международному договору, чтобы не мешать друг другу, спутники на геостационарной орбите не могут располагаться друг другу ближе, чем 1 градус. Вычислить расстояние между двумя соседними спутниками. (Радиус Земли – 6370 км)

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков. Участник продемонстрировал полное непонимание, что такое геостационарная орбита
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник правильно сделал выводы о геометрической структуре задачи
5 баллов	Участник вывел радиус геостационарной орбиты, но не смог выразить его в числах.
6 баллов	
7 баллов	Задача решена, но с незначительными арифметическими ошибками
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение:

Геостационарная орбита – это орбита, угловая скорость вращения тела по которой совпадает со скоростью вращения Земли. То

$$m\omega^2 R = G \frac{mM_3}{R^2}$$
$$R^3 = G \frac{mM_3}{m\omega^2} = G \frac{M_3 T^2}{4\pi^2}$$

Но $G \frac{M_3}{R_3^2} = g$, следовательно

$$R = \sqrt[3]{\frac{gR_3^2 T^2}{4\pi^2}} \approx 42000 \text{ км}$$

Следовательно, мы имеем равнобедренный треугольник со сторонами в 42000 км и углом при его вершине в 1 градус. По теореме косинусов его третья сторона равна 733 километра. Это и есть искомая величина.

Задание 2.

В научно-фантастическом романе И. Ефремова «Час Быка» есть следующий отрывок:

«

,

,

.

.

Найдите, пожалуйста, в нём астрономическую ошибку.

1 балл	Ответа не приведено
2 балла	
3 балла	
4 балла	
5 баллов	Ошибка указана верно, но объяснение неполно или отсутствует
6 баллов	
7 баллов	
8 баллов	Ошибка указана верно и приведено корректное объяснение.

Решение:

Планета не может вращаться так, что бы «ось ... совпадала с линией орбиты». Планета – это гигантский гироскоп (волчок), а, значит, её ось будет сохранять своё направление в пространстве. А для того, что бы ось совпадала с линией орбиты, он должна всё время поворачиваться – то есть мы имеем противоречие.

Задание 3.

Максимальные видимые звёздные величины Юпитера и Марса с Земли – одинаковы и равны минус 3. Радиус орбиты Марса = 1,5 а.е, Юпитера = 5,2 а.е. Чему равна максимальная видимая звёздная величина Юпитера с Марса?

1 балл	Решения не приведено
2 балла	
3 балла	Участник указал что это внешние планеты и максимум будет в противостоянии
4 балла	Участник правильно рассчитал изменение расстояния
5 баллов	Участник верно рассчитал изменение яркости, но не смог пересчитать его в звёздные величины.
6 баллов	
7 баллов	Незначительные арифметически ошибки
8 баллов	Задача решена, получен верный ответ

Решение:

Максимальная яркость, а значит и звёздная величина будет тогда, когда планета в противостоянии (и Марс, и Юпитер – внешние планеты). В момент противостояния расстояние от Земли до Юпитера – 4,2 а.е, а от Марса до Юпитера – 3,7 а.е. Следовательно Марсу от Юпитера достаётся в $(4,2/3,7)^2 \approx 1,29$ раз больше света, значит его видимая звёздная величина будет на $\log_{2,5} 1,29 \approx 0,28$ звёздной величины больше чем на Земле. Ответ = -3,28

Задание 4.

Найти ширину метеорного потока в километрах, метеоры которого наблюдались с 16 июля по 24 августа. Предполагается, что движение Земли перпендикулярно к оси потока.

2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник правильно описал геометрию задачи, понял связь ширины потока с временем его пересечения
5 баллов	
6 баллов	
7 баллов	Незначительные арифметические ошибки
8 баллов	Задача решена, получен верный ответ

Решение:

Этот промежуток составляет 40 дней, то есть $40/365$ года. Соответственно, за это время Земля успеет пройти по орбите $40/365$ длины орбиты, но длина орбиты $l = 2\pi * 150$ млн км, следовательно ответ

$$\frac{40}{365} 2\pi * 150.000.000 \approx 103 \text{ млн км}$$

Задание 5.

Оцените максимальное расстояние (в пк), с которого Солнце еще видно невооруженным глазом. Видимая звёздная величина Солнца = -26.74

1 балл	Решения не приведено
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник Верно указал границу видимости в 6-6,5 зв. величин
5 баллов	Участник рассчитал, во сколько раз слабее может стать Солнце
6 баллов	
7 баллов	Незначительные арифметические ошибки
8 баллов	Задача решена, получен верный ответ

Решение:

Человеческий глаз способен видеть звёзды до 6 звёздной величины. Соответственно блеск Солнца может упасть на 32, 74 зв.в. то есть в $2,512^{3,7} \approx 12 * 10^1$ раз, то есть солнце должно стать дальше в корень из этого числа = 3,5 млн. раз = 17,1 пк

Задание 6.

Одна из самых ярких комет - комета Галлея подходит близко к Солнцу один раз в 75 лет. Оценить по этим данным, на какое максимальное расстояние она удаляется от Солнца

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	Участник решал задачу используя формулы для движения по окружности
3 балла	Вместо 3 з-на Кеплера участник воспользовался простой пропорцией
4 балла	Участник указал, что траектория – сильно вытянутый эллипс
5 баллов	Участник написал 3-й з-н Кеплера, но не выполнил вычисления
6 баллов	Участник взял в качестве ответа длину полуоси орбиты

7 баллов	Задача решена, но с арифметическими ошибками
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение:

Все кометы движутся по сильно вытянутым эллиптическим траекториям. Согласно третьему закону Кеплера большая полуось её орбиты может быть выражена через большую полуось орбиты Земли как

$$\frac{a_{\text{к}}}{a_{\text{з}}} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_{\text{к}}}{T_{\text{з}}}\right)^2} = \sqrt[3]{75^2} \approx 17,8 \text{ а. е.}$$

Так как это одна из самых ярких комет, то он достаточно близко приближается к Солнцу в перигелии, следовательно почти вся удвоенная полуось – и есть высота апогелия. Значит апогелий примерно 35,5 а.е.