

Всероссийская олимпиада школьников

II (муниципальный) этап

Астрономия, 2011 год

11 класс

Критерии проверки

Все задания по 8 баллов

Таблицы с баллами носят ориентировочный характер

Задание 1.

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

$$\frac{a_K}{a_3} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_K}{T_3}\right)^2} = \sqrt[3]{75^2} \approx 17,8 \text{ а. е.}$$

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.

Задание 2.

Вы все, конечно, знаете, что такое приливы и чем они вызываются. Однако, иногда случается так называемый «большой прилив» - прилив, который заметно выше, чем обычно. Объясните, почему это происходит

1 балл	Ответа не приведено
2 балла	
3 балла	
4 балла	
5 баллов	Указана только одна из двух причин без объяснений
6 баллов	Указана только одна из двух причин с объяснениями
7 баллов	
8 баллов	Приведено полное объяснение явления

Решение:

Для этого существуют две причины. Во-первых, сила прилива зависит от того, насколько близко Луна находится к Земле - а орбита Луны вытянута достаточно сильно. Во-вторых, кроме лунных приливов, существуют ещё и солнечные – то есть вызываемые Солнцем. Они в несколько раз слабее лунных, поэтому обычно про них и не упоминают. Когда же эти два фактора одновременно накладываются друг на друга – то есть, солнечный прилив совпадает по времени с лунным и Луна при этом близко от земли – и получается «большой прилив»

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.

1 балл	Решения не приведено
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 арифметически 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.

Две звезды одинакового радиуса образуют затменно-переменную двойную звезду, причём Земля лежит строго в плоскости их вращения. Температура поверхности одной из них – 4000К, второй – 10000К. На сколько звёздных величин будет изменяться блеск этой двойной звезды?

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник правильно сделал выводы о геометрическом положении орбиты звёзд относительно земли
5 баллов	Участник правильно расписал сумму светимостей, но не применил закон Стефана-Больцмана
6 баллов	Участник взял в качестве максимума светимость одной только более яркой звезды
7 баллов	Задача решена, но с арифметическими ошибками
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение:

Так как это затменно-переменная звезда, компоненты которой имеют одинаковый радиус, то в минимуме яркости мы будем видеть только одну, более тусклую звезду, а в максимуме – мы будем видеть обе. По закону Стефана-Больцмана яркость звезды будет $\sigma T^4 S$, где T - температура звезды, S – площадь её видимой поверхности. То яркость будет меняться в

$$\frac{\sigma T_1^4 S + \sigma T_2^4 S}{\sigma T_1^4 S} = \frac{T_1^4 + T_2^4}{T_1^4} = \frac{4000^4 + 10000^4}{4000^4} = \frac{4^4 + 10^4}{4^4} = \frac{10256}{256} \approx 40 \text{ раз}$$

Что соответствует изменению на $\log_{2,5} 40 = 4$ звёздных величины

Задание 6.

Галактика, находящаяся от нас в момент наблюдения на расстоянии 330 Мпк, имеет скорость $V=30$ тыс.км/с. На каком расстоянии она находилась в момент излучения света?

1 балл	Решения не приведено
2 балла	
3 балла	
4 балла	Участник указал, что галактика будет от нас удаляться из-за разбегания Вселенной
5 баллов	
6 баллов	
7 баллов	Незначительные арифметически ошибки
8 баллов	Задача решена, получен верный ответ

Решение:

Так как скорость галактики много меньше скорости света, мы можем использовать нерелятивистские формулы. Вследствие расширения Вселенной, галактика удаляется от нас, следовательно галактика и испущенный ей луч света удалялись друг от друга со скоростью 3300000 км/с. Значит свет был испущен 326 млн. лет назад (с учётом перевода из парсек в сетовые года). Соответственно галактика находилась в это время на расстоянии в 300Мпк.