

Всероссийская олимпиада школьников
II (муниципальный) этап
Астрономия, 2010 год
11 класс

Критерии проверки

Все задания по 8 баллов

1.

Ближайшая к нам звезда, Проксима Центавра, расположена от нас на расстоянии 4,2 светового года. Смогли бы вы пройти за месяц одну миллиардную часть расстояния до неё, если бы умели ходить по космосу?

Решение:

Одна миллиардная часть от 4,2 св. года $l = 4,2 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 / 10^9 = 39700$ км. Даже если идти 31 день по 24 часа в день со скоростью 7 км/ч, то можно пройти только 5208 километров. Таким образом, ответ – НЕТ.

Задание 2.

Звезд от 3 до 4 звёздной величины на небе около 400, а от 4 до 5 - около 1100. Какие из них в сумме ярче освещают Землю?

Решение:

Звёзды 1 группы в среднем на 1 звёздную величину ярче звёзд второй, то есть в 2,512 раза. Так как $2,512 \cdot 400 > 1100$, то суммарная яркость звёзд первой группы выше

3.

Сколько времени прошло от соединения до противостояния планеты, если ей блеск за это время изменился на одну звёздную величину? 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 изменилось 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
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 одну звёздную величину соответствует изменению энергии в 2,512 раза. Но энергия ослабляется пропорционально квадрату расстояния, значит планета стала ближе в $\sqrt{2,512} = 1,6$ раза. Пусть радиус орбиты планеты r , радиус орбиты Земли R , то $R + r = 1,6 (r - R)$. Решая, найдём что $r = 13/3 R$. То период обращения этой планеты составит $(13/3)^{3/2} = 2,7$ земного года. Это значит, что за 1 день она проходит 0,38 градуса, а значит её угловая скорость относительно земли составит 0,62 градуса/сутки. Для того, что бы перейти от соединения до противостояния, взаимное расположение планет должно измениться на 180 градусов, для чего потребуется $180/0,62=289$ суток

4.

До XIX века люди не могли сделать достаточно точные часы, что бы их можно было использовать их для определения координат местности. Поэтому в каждой экспедиции обязательно был человек с астрономической подготовкой, задачей которого было определять точное время. Попробуйте придумать способы, которыми такие люди могли бы пользоваться.

1 балл	Участник привёл способ, который содержит принципиальную ошибку и не может сработать
2 балла	
3 балла	Участник придумал работающий, но сильно непрактичный способ – например, использование солнечных затмений.
4 балла	То же, что 3 балла, но с подробным описанием.
5 баллов	
6 баллов	Участник придумал один из способов, которые реально использовались – наблюдение спутников Юпитера, покрытие звёзд Луной, измерение расстояния от Луны до ярких звёзд – либо ещё какой-либо работающий способ, но не описал его подробно.
7 баллов	Участник придумал работающий способ и подробно описала его либо участник придумал несколько работающих способов, но не привёл описания.
8 баллов	Участник придумал несколько работающих способов и подробно описал их.

5.

Туманность Ориона при визуальном наблюдении в телескоп кажется бесцветной, но на цветных фотографиях она имеет разноцветную окраску. Почему?

Решение:

Человеческий глаз содержит два вида светочувствительных клеток – палочки и колбочки. При этом колбочки воспринимают цвет, но не работают в условиях слабой освещённости, а палочки дают только чёрно-белое изображение, но работают и при очень слабом свете. Когда вы смотрите в телескоп, яркость практически всех объектов оказывается недостаточной, для того, что бы колбочки могли видеть их, но достаточной для палочек. У фотоаппаратов же, как плёночных, так и цифровых, подобного ограничения нет. Тем более что для астрономической съёмки обычно применяется специальная аппаратура, рассчитанная на работу в условиях крайне слабой освещённости.

6.

Оценить время, которое займёт пилотируемая экспедиция к Марсу и обратно. Период обращения Марса вокруг Солнца составляет 1,9 года

1 балл	Задача решена полностью неверно. Ответ неверен на несколько порядков
2 балла	Участник считал время полёта так, как будто он проходил с постоянной скоростью, равной первой космической скорости.
3 балла	Участник считал время полёта так, как будто он проходил с постоянной скоростью, равной скорости движения земли по орбите или второй космической скорости
4 балла	Участник указал, что полёт будет выполняться по гомановским орбитам, но не мог рассчитать время полёта
5 баллов	Участник указал, что полёт будет выполняться по гомановским орбитам, указал на необходимость ждать, но не выполнил расчёты
6 баллов	Участник верно рассчитал время полёта, но забыл про необходимость ждать
7 баллов	Задача решена, но с арифметическими ошибками либо неправильно учтено направление движения планет.
8 баллов	Задача решена полностью верно, получен правильный ответ

Решение:

Такая экспедиция при текущем уровне технологий будет непременно проходить по гомановской орбите, то есть по эллипсу, перигелий которого находится на уровне орбиты Земли, а апогелий – на уровне орбиты Марса. Что, по третьему закону Кеплера, означает, что время полёта в одну сторону, то есть половина орбитального периода при полёте по такому эллипсу, будет равно

$$\frac{1}{2} \left(\frac{R_3 + R_M}{2R_3} \right)^{2/3} T_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{R_3 + 1,9^{2/3} R_3}{2R_3} \right)^{2/3} T_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{1 + 1,9^{2/3}}{2} \right)^{2/3} T_3 = 0,74 \text{ года} \\ = 271 \text{ день}$$

Разумеется, полёт обратно займёт ровно столько же времени. Но мы не можем лететь обратно сразу. За время полёта Земля, которая в момент старта находилась в соединении с Марсом, переместилась в точку на 87,3 градуса впереди Марса. Её угловая скорость движения по орбите составляет $360/365,25 \sim 1$ градус в день, а скорость Марса $360/(1,9 * 365,25) \sim 0,52$ градуса в день. Это означает, что их относительная угловая скорость равна 0,48 градуса в день. Для того, что бы ракета могла стартовать обратно надо, что бы Земля была в такой точке, что бы за время полёта ракеты Земля прилетела в точку, противоположную точке старта. То есть стартовать надо когда земля на 87,3 градуса позади Марса. Это значит, что по орбите относительно Марса она должна пройти $360 - 2 * 87,3 = 185,4$ градуса, на что ей понадобится $185,4/0,52 \sim 357$ суток. Таким образом, вся экспедиция займёт $357 + 2 * 271 = 899$ суток