

МОСКОВСКАЯ АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА 2015–2016 уч. г.
ОЧНЫЙ ЭТАП
6-7 классы
Критерии оценивания

Задание 1

Условие. В скольких километрах от современного положения окажется Земля ровно через один обычный календарный год? А через високосный? Орбиту Земли считать круговой.

Решение. Один оборот вокруг Солнца относительно далёких звёзд Земля совершает за сидерический, или звёздный год T , проходя за это время расстояние, равное $2\pi a$, где $a = 1$ а.е. Календарный год на $\Delta T_1 = 0,2564$ суток короче звёздного. Значит, до завершения круга Земля должна пройти

$$l_1 = 2\pi a \frac{\Delta T_1}{T} \approx 0,00441 \text{ а.е.} \approx 660 \text{ 000 км.}$$

Високосный год продолжается 366 суток, т.е. он больше звёздного на $\Delta T_2 = 0,7436$. Значит, по истечении високосного года Земля окажется на расстоянии

$$l_2 = 2\pi a \frac{\Delta T_2}{T} \approx 0,0128 \text{ а.е.} \approx 1910 \text{ 000 км}$$

от того места, где она была год назад.

Рекомендации для жюри. Для решения задачи учащийся должен понимать, что период возвращения Земли к одной и той же точке орбиты относительно звёзд составляет звёздный год. Это оценивается в 4 балла. За использование тропического года оценка снижается на 2 балла, всех остальных годов – на 4 балла. Верное вычисление расстояний оценивается в два балла за каждое. Максимум за задачу – 8 баллов.

Задание 2

Условие. Изготовили 4 одинаковых по размеру глобуса: Венеры, Земли, Марса и Луны. Диаметр каждого глобуса 50 см. На глобусы нанесли рельефы поверхностей, сохранив отношение между высотами и радиусами тел (в масштабе). Какой высоты будут самые высокие выступы на каждом из глобусов? На каком глобусе будет самый высокий выступ?

Самые высокие горы:

Венера: Горы Максвелла, 10 500 м;

Земля: Эверест, 8848 м;

Марс: Олимп, 26 000 м;

Луна: вал кратера Энгельгардт, 10 800 м.

Решение. Для решения задачи необходимо составить пропорцию: высота горы на глобусе h на столько же меньше размеров глобуса r , на сколько высота реальной горы H меньше размеров планеты (или Луны):

$$\frac{h}{r} = \frac{H}{R}.$$

Подставив значения для каждой горы, получаем, что высота Эвереста составит всего около 0,34 мм, высота гор Максвелла – 0,43 мм, высота Олимпа – 1,9 мм, высота вала кратера Энгельгардт – 1,55 мм. Получается, что самый высокий выступ оказался на глобусе Марса.

Рекомендации для жюри. Правильный метод вычисления высоты горы на глобусе оценивается в 4 балла. Правильное вычисление высоты каждой горы оценивается по одному баллу. Если правильный ответ дан без правильного обоснования, выставляется не более одного балла. Максимум за задачу – 8 баллов.

Задание 3

Условие. Петя и Вася решили выяснить, кто из них был ближе к Солнцу в момент их рождения. Они заглянули в астрономический справочник и выяснили, что Вася родился на меньшем расстоянии от Солнца, причём это расстояние в момент его рождения было практически минимальным. Пете стало обидно, и он решил выяснить, кто из них родился ближе к центру Галактики. И выяснилось, что к центру Галактики в момент рождения Петя был гораздо ближе, чём Солнце, причём разница расстояний была максимальной. Попробуйте определить, когда день рождения у Васи, а когда у Пети.

Решение. Орбита Земли немного вытянута. Ближе всего Земля оказывается к Солнцу в начале января. Значит, Вася родился в начале января.

Центр Галактики расположен в направлении созвездия Стрельца. Земля будет ближе всего к центру Галактики тогда, когда Солнце окажется на небе в противоположном направлении. Здесь можно рассуждать двумя способами. Можно вспомнить, что Солнце находится в Стрельце с середины декабря по середину января. Значит, через полгода, в начале июля Земля окажется между Солнцем и центром галактики. С другой стороны, «напротив» Стрельца на эклиптике находится созвездие Близнецов. Солнце в Близнецах находится с конца июня по середину июля. Отсюда делаем вывод, что Петя родился примерно с конца июня по середину июля.

Рекомендации для жюри. За правильный ответ (и его обоснование) на каждый из вопросов задачи выставляется по 4 балла. При этом если учащийся рассматривает правильные эффекты, но не делает из них правильных выводов

(например, путает месяцы, в которых происходит прохождение Землёй перигелия и афелия), то оценка снижается в зависимости от величины ошибки на усмотрение жюри. При этом снижать оценку до 0 не рекомендуется. За правильный ответ без объяснений выставляется не более балла за каждый. Максимум за задачу – 8 баллов.

Задание 4

Условие. Проводится радиолокация астероида. Астероид облучается короткими радиоимпульсами, после чего исследуется «эхо», отражённое астероидом. Эхо от первого импульса пришло спустя 20 секунд после излучения импульса, эхо второго, отправленного спустя сутки, – через 24 секунды. Определите расстояние до астероида в начальный момент времени. Приближается или удаляется астероид? С какой скоростью? Расстояние выразите в км, а скорость в км/с.

Решение. Радиосигнал движется со скоростью света. Он должен преодолеть расстояние до астероида дважды: на пути туда и обратно. Значит, расстояние до астероида равно

$$r = \frac{ct}{2}.$$

Во время излучения первого сигнала оно было равно $3 \cdot 10^6$ км, а второго – $3,6 \cdot 10^6$ км. Значит астероид улетает от нас. За сутки астероид преодолел 600 000 км, и его средняя скорость вдоль луча зрения равна примерно 7 км/с.

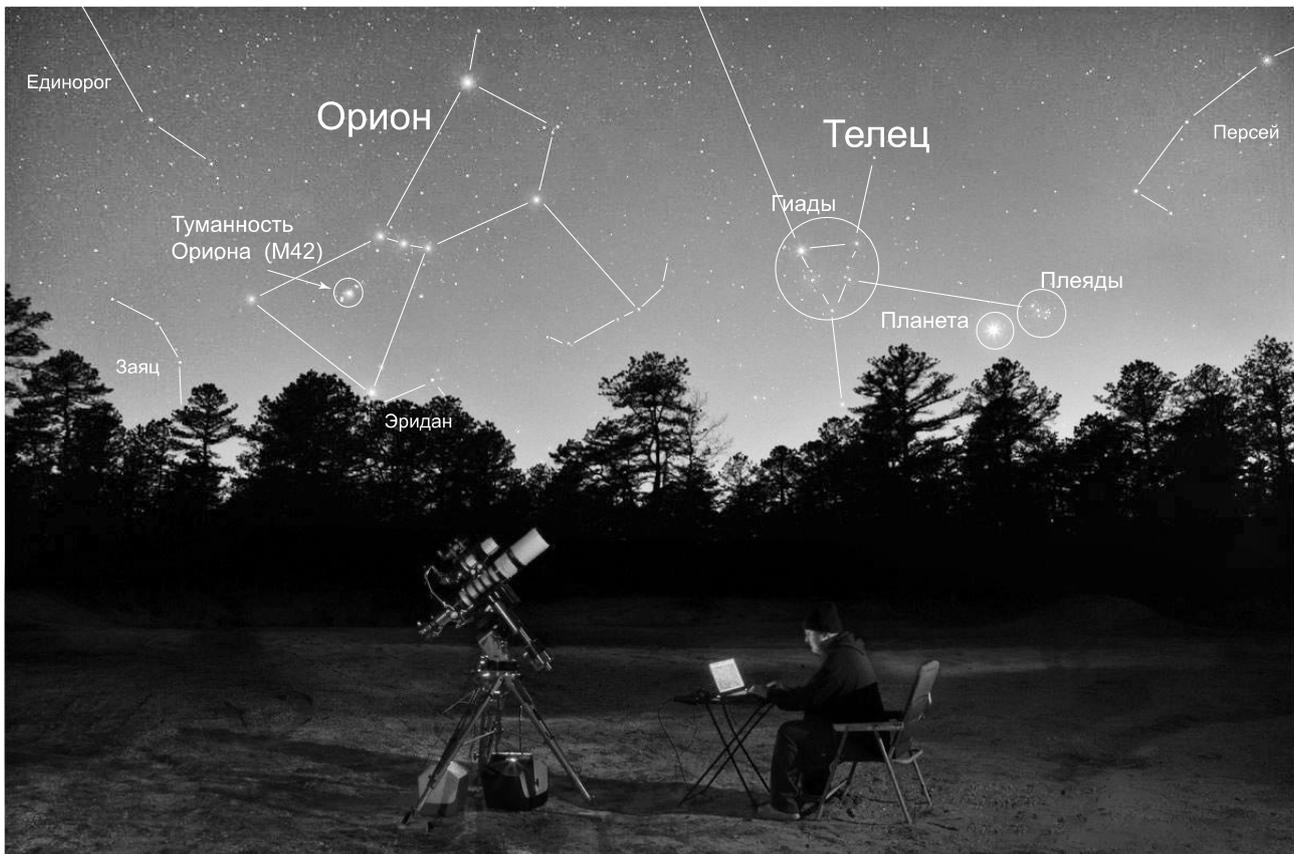
Рекомендации для жюри. Вычисление расстояния до астероида оценивается в 4 балла. Определение скорости – 2 балла, направления – ещё 2 балла. Максимум за задачу – 8 баллов.

Задание 5

Условие. Какие созвездия и небесные объекты (или их группы) видны на приведённой фотографии? Перечислите их, за исключением отдельных звёзд, и схематически нарисуйте. В каком полушарии Земли получен этот снимок? Какая сторона горизонта попала в кадр?



Решение. На фотографии хорошо видно созвездия Орион и Телец, звёздные скопления Плеяды и Гиады, Большая Туманность Ориона. Рядом с Плеядами находится очень яркая звезда. Ярких звёзд там быть не должно, значит, это планета. Судя по взаимному положению Ориона и скоплений, а также по ориентации Ориона, снимок сделан в северном полушарии. В силу того, что созвездие Тельца западнее созвездия Орион, оно раньше восходит и заходит. Значит, на фотографии западная сторона горизонта.



Рекомендации для жюри. Правильно указанные созвездия оцениваются по 1 баллу. За указание Плеяд, Гиад, туманности Ориона и планеты выставляется по 2 балла. Рисунок созвездий отдельно не оценивается и служит лишь для того, чтобы проверяющий был уверен, что ученик не угадал нужный объект или созвездие, а правильно его узнал. В отсутствие рисунка положение скоплений и туманности и планеты считать угаданными и выставлять по 1 баллу за каждое, вместо двух. Определение полушария и стороны горизонта оценивается по 1 баллу. За указание объектов, не присутствующих на фотографии, участник штрафуются на 1 балл за каждый объект. Кроме указанных выше созвездий на фотографии присутствуют части созвездий Персея (правый верхний угол), Единорога (левый край) и отдельные тусклые звезды созвездий Большой Пес, Заяц и Эридан. Эти созвездия указывать не требуется, но в случае правильной локализации их участниками олимпиады они могут служить поводом для увеличения итогового балла, но не более 1 балла за каждое созвездие. Оценка не должна быть больше 12 баллов и меньше 0. Максимум за задачу – 12 баллов.

Максимальное количество баллов за выполнение всех заданий – 44.