

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Государственное бюджетное учреждение
дополнительного образования
Краснодарского края
«ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ»

350000 г. Краснодар,
ул. Красная, 76
тел. 259-84-01
E-mail: cro.krd@mail.ru

Всероссийская олимпиада школьников
по астрономии

2017-2018 учебный год

Муниципальный этап

7 класс, ответы

Председатель предметно-методической
комиссии: Тумаев Е. Н., д.ф.-м.н.,
профессор

Задача 1

На каких географических параллелях звезда Капелла (склонение $\delta = +45^\circ 58'$) не заходит за горизонт, никогда не видна и в нижней кульминации проходит в надире?

Решение задачи 1

В нижней кульминации высота светила $h_n = \delta - (90^\circ - \varphi)$, его зенитное расстояние $z_n = 180^\circ - \delta - \varphi$, азимут $A_n = 180^\circ$ и часовой угол $t_n = 180^\circ = 12\text{ч}$.

В зависимости от φ , светила с $\delta < 0^\circ$ могут в нижней кульминации проходить под точкой юга S и тогда $A_n = 0^\circ$, а часовой угол $t_n = 180^\circ = 12\text{ч}$. В этом случае при решении задач получится $z_n > 180^\circ$ или $h_n < -90^\circ$, чего быть не может, и, следовательно, реальное зенитное расстояние $z = 360^\circ - z_n$, а высота $h = -(180^\circ + h_n)$, но всегда $h = 90^\circ - z$. Тогда при $\delta \geq +(90^\circ - \varphi)$ высота $h_n \geq 0^\circ$, т.е. светило никогда не заходит под горизонт (незаходящее светило), а, у невосходящего светила $h_n \leq 0^\circ$ и склонение $\delta \leq -(90^\circ - \varphi)$.

$\varphi \geq +(90^\circ - \delta) = +(90^\circ - 45^\circ 58')$, откуда $\varphi \geq +44^\circ 02'$, т.е. на географической параллели, с $\varphi = +44^\circ 02'$ и севернее ее, вплоть до северного полюса Земли ($\varphi = +90^\circ$), Капелла является незаходящей звездой.

Из условия симметрии небесной сферы находим, что в южном полушарии Земли Капелла не восходит в местностях с географической широтой от $\varphi = -44^\circ 02'$ до южного географического полюса ($\varphi = -90^\circ$).

Согласно формуле, нижняя кульминация Капеллы в надире, т.е. при $z_n = 180^\circ = 180^\circ - \varphi - \delta$, происходит в южном полушарии Земли, на географической параллели с широтой $\varphi = -\delta = -45^\circ 58'$.

Рекомендуемая оценка решения задачи 1

Ответ на первый вопрос (широты, на которых Капелла никогда не заходит за горизонт) – 3 балла. Ответ на второй вопрос (широты, где Капелла никогда не видна) – 3 балла. Ответ на третий вопрос (широта, где Капелла в нижней кульминации проходит в надире) – 2 балла. Итого – 8 баллов

Задача 2

В результате термоядерных реакций синтеза из водорода массой 1 кг образуется гелий массой 0,99 кг, дефект масс $\Delta m = 0,01$ кг и выделяется энергия $q = \Delta mc^2 = 9 \cdot 10^{14}$ Дж. Рассчитайте время жизни Солнца.

Решение задачи 2

Запас ядерной энергии

$$E = M \cdot q = 2 \cdot 10^{30} \cdot 9 \cdot 10^{14} = 1,8 \cdot 10^{45} \text{ Дж}$$

Поделив запас ядерной энергии на светимость Солнца L рассчитывается время жизни Солнца:

$$t = \frac{E}{L} = 1,5 \text{ млн. лет}$$

Рекомендуемая оценка задачи 2

Вычисление запаса ядерной энергии Солнца – 4 балла, формула для вычисления времени жизни Солнца – 2 балла, приведен правильное численное значение времени жизни Солнца – 2 балла. Итого – 8 баллов.

Задача 3

В 1987 г. была зафиксирована вспышка сверхновой звезды в галактике Большое Магелланово Облако. Расстояние от Земли до галактики Большое Магелланово Облако около 55 кпк. Когда на самом деле произошел взрыв?

Решение задачи 3

1 кпк = 3.26 св. лет. Т.е., вспышка произошла: $65000 \text{ кпк} \times 3.26 \text{ св. л.} = 211900$ лет назад.

Рекомендуемая оценка задачи 3

Соотношение между парсеком и световым годом – 4 балла, получение правильного ответа – 4 балла. Итого – 8 баллов.

Задача 4

Астероид пролетает между Землей и Луной. Скорость астероида 25 км/с. Наблюдатель находится на Земле. Проведите воображаемую линию между наблюдателем и центром луны. Движение астероида происходит под углом 50° к этой прямой. Пусть в какой-то момент астероид оказался на этой прямой. В этот момент он находился на расстоянии 64 тыс.км от наблюдателя. Определить время, за которое астероид для наблюдателя пересек диск Луны.

Решение задачи 4

Радиус Земли около 6400 км. Известно, что радиус Луны в 4 раза меньше радиуса Земли, а расстояние от Земли до Луны около 60 радиусов Земли. Т.е. астероид пролетел на расстоянии, равном 10 радиусам Земли.

Решим задачу для случая, когда астероид пересекает прямую перпендикулярно. Тогда путь x , пройденный астероидом на фоне диска Луны, относится к расстоянию до него так же, как диаметр Луны к расстоянию до нее.

$$x/10R=0.5R/60R \Rightarrow x=1/12R = 530 \text{ км.}$$

Т.к. астероид двигался под углом 50° к прямой, а расстояние между Землей и Луной намного больше 530 км, то можно считать, что за счет этого путь астероида на фоне диска Луны увеличился в 1.53 раза. В итоге получаем путь, равный $530*1.53=810.9$ км. Так как астероид двигался со скоростью 25 км/с, время пересечения диска луны $810.9/25=32$ с.

Рекомендуемая оценка задачи 4

Вычисление расстояния, которое пройдет астероид при движении перпендикулярно лучу зрения наблюдателя – 4 бала, вычисление расстояния, которое пройдет астероид, двигаясь по диску Луны под углом 50° – 2 балла, вычисление времени пролета астероида по диску Луны – 2 балла. Итого – 8 баллов.