

Олимпиада по астрономии. Муниципальный этап  
7 класс

**Задание 1. (§4.5. Видимое движение Солнца и эклиптические координаты)**

Что называется полярным днём? От чего зависит его продолжительность? Где наблюдается самый длинный полярный день? Для некоторой точки земной поверхности продолжительность чего длиннее: полярного дня или полярной ночи? Почему?

**Решение**

- 1) Полярный день — период, когда Солнце не заходит за горизонт более суток (1 балл)
- 2) Продолжительность определяется широтой и высотой над уровнем моря (2 балла, по одному баллу за каждый ответ)
- 3) Самый длинный полярный день наблюдается на Северном полюсе (1 балл). Прим. На Южном полюсе полярный день короче, приемлемый ответ «на полюсах» (1 балл)
- 4) Полярный день всегда длиннее полярной ночи (2 балла)
- 5) Из-за того, что Солнце не точка, а имеет угловой радиус (среднее значение  $16'$ ), и преломления световых лучей при прохождении атмосферы звезды (т.е. рефракции  $35'$  на уровне моря) (2 балла, по одному баллу за каждый ответ)

**Задание 2. (§4.4. Экваториальные координаты и время)**

Почему промежутки времени между верхними кульминациями Солнца и звёзд отличаются примерно на 4 минуты? К западу или востоку смещается Солнце? Оценить на сколько отличается время верхней кульминации Луны по отношению к звёздам за сутки?

**Решение**

- 1) За сутки, то есть за время одного оборота вокруг своей оси, Земля проходит примерно  $1/365$  пути по орбите вокруг Солнца, то есть примерно  $1^\circ$ , поэтому Солнце смещается к востоку. (2 балла)
- 2) Звёздные сутки равны примерно 23 часам и 56 минутам, то есть 1436 минутам,  $1436/365 \approx 4$  минуты (2 балла)
- 3) Сидерический период Луны примерно равен 27,32 суток, то есть за сутки Луна проходит  $360/27,32 \approx 13,17636^\circ$  по небесной сфере (2 балла)
- 4) Таким образом, пренебрегая вращением Земли вокруг своей оси, можно получить, что время верхней кульминации будет отличаться примерно на  $13,17636 * 1436/365 = 52$  минуты  $\approx 50$  минут (2 балла).

**Задание 3. (§ 4.3. Экваториальные координаты на небесной сфере)**

Для оценки радиуса Земли школьники в Москве и Курске измерили длину тени от столба в верхней кульминации в день летнего солнцестояния, что позволило им определить высоту Солнца над горизонтом  $61,72^\circ$  в Курске и  $57,70^\circ$

в Москве. Определите широту городов. Как определить радиус Земли, зная, что кратчайшее расстояние между Курском и Москвой равно примерно 456 км?

**Решение**

1) Летом Солнце находится над тропиком каждого полушария. Поэтому его высота увеличивается на  $23^{\circ}27'$ , то есть для определения широты необходимо воспользоваться формулой  $\varphi = 90^{\circ} + 23.45^{\circ} - \varphi_0$  (2 балла, приведена формула)

2) Таким образом, широта Курска составляет  $51,73^{\circ}$ , Москвы  $55,75^{\circ}$  (2 балла, определена широта)

3) Между Курском и Москвой  $55,75 - 51,73 = 4,02^{\circ}$ , считая, что Земля имеет шарообразную форму, рассмотрим её сечение плоскостью, проходящей через центр Земли, Курск и Москву. Сечение будет окружностью. Тогда длина дуги окружности между Курском и Москвой вычисляется по формуле  $r = \alpha R$  (2 балла, объяснение принципа расчёта)

4) Находим радиус Земли, переведя градусы в радианы

$$R = \frac{456 \cdot 180}{4,02 \cdot \pi} \approx 6500 \text{ км}, \text{ что лишь на } 1\% \text{ отличается от истинного значения (2}$$

балла, проведена оценка радиуса).

**Задание 4. (§ 2.3. Объекты далёкого космос)**

22 февраля 2016 года в созвездии Дракона был зафиксирован взрыв сверхновой SN2016aps, которая, по оценкам астрономов, вспыхнула ярче, чем вся наша Галактика. За всю историю наблюдений она стала самой мощной сверхновой: процесс наблюдался более 1000 дней и по подсчётам в результате взрыва было выброшено от 50 до 100 масс Солнца. Оцените в годах, когда произошёл взрыв звезды, если известно, что расстояние до звезды равно примерно 1100 Мпк.

**Решение**

1) Переводим парсеки в километры:

$$r = 1107 \cdot 10^6 \cdot 206265 \cdot 150000000 \approx 3,425 \cdot 10^{22} \text{ км (3 балла)}$$

2) Свет от взрыва шёл к нам со скоростью света, то есть произошёл

$$t = \frac{r}{c} \approx 1,14 \cdot 10^{17} \text{ с назад (3 балла)}$$

$$3) \quad t = 1,14 \cdot 10^{17} \text{ с} = \frac{1,14 \cdot 10^{17}}{60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365} \approx 3,6 \text{ млн лет (2 балла)}$$

Ответ: 3.6 млн лет

**Задание 5. (§ 3.2. Горизонтальные координаты на небесной сфере)**

13 октября 2020 г. Солнце вошло в Курске в 06:57, а продолжительность дня составила 10 ч 48 мин. Во сколько в этот день вошёл Марс, и во сколько наступила его следующая верхняя кульминация? 14 октября 2020 года Марс вступил в противостояние с Солнцем, находясь на расстоянии 62,6 млн км от Земли и имея блеск  $-2,6^m$ .

**Решение**

1) Во время противостояния планета находится на линии Солнце-Земля-планета, то есть видна с Земли в направлении противоположном Солнцу. Таким образом, время восхода планеты практически совпадает с временем захода Солнца, а верхняя кульминация планеты – с нижней кульминацией Солнца (3 балла – принцип решения)

2) Зная время восхода и продолжительность дня, найдём время захода Солнца, это и есть время восхода Марса  $6:57+10:48=17:45$  (2 балла – восход)

3) Солнце находилось в верхней кульминации через 5:24 после восхода, то есть в 12:21, Солнце будет в нижней кульминации через 12 часов, то есть в 00:21. Значит, Марс будет в верхней кульминации примерно в 00:21 (3 балла – кульминация)

Ответ: восход в 17:45, верхняя кульминация в 00:21.