

# V Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике

Теоретический тур, решения задач.

Троицк,  
7-12 апреля 1998 г.

## 8-9 класс.

1. Правая часть видимой нам поверхности Луны, где меньше морей, отражает солнечный свет лучше, чем левая – это видно с первого взгляда. Поэтому в первой четверти, когда освещена правая часть Луны, она освещает Землю лучше, чем третьей.

2. 55 кпк – это 180000 световых лет (в 1 парсеке 3.26 световых года). То есть, свет из Большого Магелланова Облака идет до нас около 180000 лет, и любое событие, которое мы видим сейчас, произошло там уже 180 тысяч лет тому назад. Вычислять точно год, в котором на самом деле произошла вспышка сверхновой, бессмысленно, поскольку точность, с которой дано расстояние до галактики, явно не превышает 1%. Правильный ответ: около 180 тысяч лет тому назад.

3. Во время полнолуния направление на Луну практически противоположно направлению на Солнце. То есть, во времена полнолуний Луна находится примерно в той области небесной сферы, которая противоположна направлению на Солнце. С точностью до 5% это означает, что полной Луной белые медведи могут любоваться только тогда, когда Солнце под горизонтом – 6-7 раз в году, во время полярной ночи.

Примечание: если посчитать точно, то полная Луна может быть на Северном полюсе над горизонтом от 5 до 8 раз в году.

4. Спутники, находящиеся на низкой орбите, совершают 1 оборот вокруг Земли примерно за 90 минут. Через это время спутник будет находиться в той же точке относительно центра Земли. Но за это время Земля поворачивается вокруг своей оси примерно на  $22.5^\circ$ . То есть, через 1 оборот спутник будет находиться над точкой земной поверхности, долгота которой отличается от харьковской на  $22.5^\circ$ , причем, поскольку Земля вращается с запада на восток, искомая долгота будет меньше харьковской и составит  $13.5^\circ$ .

Примерно на широте Харькова и долготе  $13.5^\circ$  находится город Прага, над ней и пролетит спутник через один оборот.

5. (8 класс) Поскольку направления вращения совпадают, число суток (с продолжительностью  $S$ ) в году ( $T_0$ ) ровно на 1 меньше, чем число оборотов планеты вокруг своей оси (период  $T$ ), то есть

$$\frac{T_0}{S} = \frac{T_0}{T} - 1.$$

Отсюда

$$S = \frac{T_0 T}{T_0 - T} = 176 \text{ сут.}$$

Заметим, что это в точности два периода обращения Меркурия вокруг Солнца и три – вокруг своей оси.

6. (8 класс) Если мы пренебрегаем всеми планетами, кроме Юпитера, то центр масс Солнечной системы – это центр масс системы Солнце-Юпитер, который находится от центра Солнца на расстоянии

$$L = m_J l_J / (M_\odot + m_J) = 5,2/1051 \text{ а.е.} \approx 4,95 \cdot 10^{-3} \text{ а.е.} \approx 740000 \text{ км}$$

Радиус Солнца составляет чуть меньше 700 тысяч километров. Видно, что в рамках сделанных в условии допущений, центр масс Солнечной системы находится вне Солнца, хотя и близко к его поверхности.

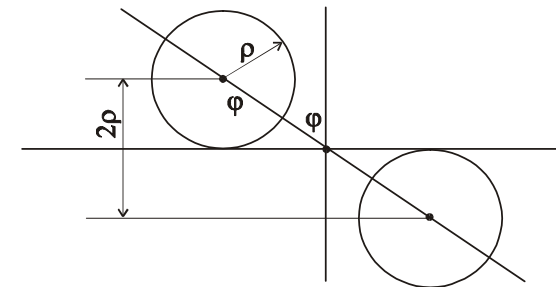
5. (9 класс) Как видно на рисунке, за то время, пока солнечный диск пересекает линию горизонта, Солнце по небосклону проходит угловое расстояние

$$l = \frac{2\rho}{\cos\varphi},$$

где  $\varphi$  – угловой радиус Солнца. Соответственно, заход будет длиться время

$$t = l/u,$$

где  $u$  – величина скорости движения Солнца по небу.



Величина  $u$  составляет  $15^\circ$  в час, из чего получаем, что заход Солнца на данной широте будет длиться примерно 3.8 минуты.

6. (9 класс) Очевидно, упасть в космос можно в том случае, когда Ваша скорость относительно астероида превысит вторую космическую для него. Впрочем, даже если Вы превысите только первую космическую, то уже будет очень неудобно: придется весьма долго ожидать возвращения на астероид. Так что будем считать, что скорость Вашего бега (человек развивает скорость до 10 м/с) не должна быть больше первой космической, то есть:

$$v < \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{4\pi\rho G}{3}} R.$$

Отсюда

$$R < v \sqrt{\frac{3}{4\pi\rho G}} \approx 10 \text{ км.}$$

То есть, без опаски можно бегать по астероидам, диаметр которых больше 20 км.