



**Теоретический тур, условия задач**

**11 класс.**

**1. Созвездия в Подмосковье.**

*«Глянешь на небо в ночные часы –  
В небе Медведица и Гончие Псы,  
Ворон и Рыбы, Рак и Дракон.  
Сколько созвездий, сколько имен».*

Возможно, это стихотворение встречалось вам и раньше. Подумайте, можно ли наблюдать все эти созвездия в Подмосковье, на широте  $+56^\circ$ , одновременно? Если нет, то какое максимальное число из этих созвездий можно увидеть на нашем небе в один момент?

**2. Прохождение Луны.** Житель одной планетной системы, которая наблюдается с Земли в плоскости эклиптики, регулярно наблюдает прохождение Земли и Луны по диску Солнца. Земля, естественно, пересекает диск Солнца по диаметру. Какую (примерно) долю от диаметра солнечного диска составит ширина той полосы на диске, в пределах которой может наблюдаться Луна?

**3. Точка Лагранжа.** Вашему вниманию предлагается цитата из научно-фантастического романа Артура Кларка "2010: Одиссея Два":

*"... оба корабля благополучно прибыли в точку Лагранжа Л-1, расположенную между Ио и Юпитером на высоте десяти с половиной тысяч километров..."*

*... Астрономия полна загадочных, хотя и бессодержательных совпадений. Наиболее известно равенство угловых размеров Луны и Солнца, если смотреть с Земли. Здесь, в первой точке Лагранжа ... наблюдалась та же картина. Планета и спутник выглядели одинаковыми по величине...*

Рассчитайте положение точки, в которую прибыли корабли. Соответствует ли приведенное А. Кларком значение расчётному? Действительно ли планета и спутник выглядят из этой точки одинаковыми по величине?

Примечание. Точка Лагранжа (точка либрации) в данном контексте – точка, в которой космический аппарат может двигаться (без использования двигателей), оставаясь в неизменном положении по отношению к Ио и Юпитеру.

Примечание. При решении рекомендуется воспользоваться математическим правилом приближенного представления функции типа  $(1-x)^n$ : если  $x \ll 1$ , то  $(1-x)^n \approx 1 - nx$ .

**4. Период обращения планеты.** Центральная звезда планетной системы – красный гигант с температурой  $T_1 = 4500$  К, радиусом  $R_1 = 15R_\odot$ , где  $R_\odot$  – радиус Солнца и массой  $M = 1,4 M_\odot$ , где  $M_\odot$  – масса Солнца. Определите, период обращения планеты, климат которой такой же, как на Земле. Как вы думаете, может ли на этой планете развиваться разумная жизнь, если планета подобна Земле?

**5. Меркурий и Венера.** 29 марта 2004 года обе внутренние планеты были в наибольшей восточной элонгации: Меркурий – в  $19^\circ$ , Венера – в  $46^\circ$  от Солнца. В это же время Меркурий находился вблизи точки перигелия своей орбиты. Вычислите расстояние между Меркурием и Венерой и фазу Венеры для наблюдателя на Меркурии. Орбиты Венеры и Земли считать окружностями. Наклонением орбит планет к плоскости эклиптики пренебречь.

**6. Приливная гравитация.** Космический аппарат исследует чёрную дыру массы  $M = 3M_\odot = 6 \cdot 10^{30}$  кг. Аппарат обращается вокруг чёрной дыры по круговой траектории так, что обращён к ней всё время одной стороной и не деформируется. Найти, на каком расстоянии от центра чёрной дыры должен обращаться этот космический корабль, имеющий "длину"  $L = 100$  м (см. рисунок), чтобы за счёт приливных сил была бы создана искусственная гравитация с ускорением силы тяжести (в своей системе отсчёта) "как на Земле":

- а) у нижней поверхности (в точке А).
- б) у верхней поверхности (в точке В).

Примечание: при решении задачи нельзя пользоваться формулами для приливных сил без из вывода.