



**XV Санкт-Петербургская
городская олимпиада
по астрономии
районный тур, решения**

2007

**8
декабря**

11 класс

1. Ригель, Сириус, Альдебаран, Денеб, Вега. Найдите лишний объект в этом списке и обоснуйте свой выбор.

Решение:

Лишний Альдебаран — красный гигант (спектральный класс K5). Все остальные звезды — белого цвета (спектральные классы от B8 до A2.)

2. Каких размеров должна быть планета, чтобы, находясь на орбите Плутона, получать от Солнца в среднем столько же энергии, сколько Меркурий?

Решение:

Количество энергии, получаемое планетой от Солнца, обратно пропорционально квадрату расстояния между Солнцем и планетой и прямо пропорционально площади планеты. Плутон находится примерно в 100 раз дальше чем Меркурий, следовательно, площадь планеты должна быть в $100^2 = 10^4$ раз больше площади Меркурия, а радиус больше в 100 раз. Радиус Меркурия примерно равен $2.5 \cdot 10^3$ км, так что радиус гипотетической планеты должен быть равен примерно $2.5 \cdot 10^5$ км, т.е. 25 тыс. км.

3. Как известно, прецессия (или предварение равноденствия) — это медленное (около $50''$ в год) перемещение точек весеннего и осеннего равноденствий. А по какому кругу небесной сферы происходит это перемещение: по небесному экватору или по эклиптике?

Решение:

Из слов «предварение равноденствия» ясно, что вследствие явления прецессии равноденствие наступает раньше, т.е. Солнце пересекает точку, например, весеннего равноденствия раньше, чем завершит полный годичный круг по небесной сфере. Из этого следует, что точки равноденствий перемещаются по тому же большому кругу, что и Солнце, т.е. по эклиптике, причем навстречу годичному движению Солнца.

4. Оцените, сколько звезд таких как Канопус (α Киля — вторая по яркости звезда ночного неба, звездная величина — -1^m) нужно собрать вместе, чтобы они светили так же ярко, как полная Луна (звездная величина $m = -12.7^m$)?

Решение:

Чтобы решить эту задачу, необходимо знать, что звездные величины нельзя складывать. Складываются только освещенности, создаваемые светилами на Земле. Поэтому, чтобы сосчитать количество звезд, необходимо от звездных величин перейти к освещенностям. Связь между звездной величиной m и освещенностью E выражается формулами: $m = -2.5 \lg(E) + \text{const}$ или $E = 10^{0.4(\text{const}-m)}$. Так как по условию

некоторое количество «Канопусов» должны светить как полная Луна, должно выполняться соотношение $E_{\zeta} = N \cdot E_{\text{Can}}$, где значок ζ относится к Луне, Can — к Канопусу, а N — искомое число звезд. Тогда

$$N = \frac{E_{\zeta}}{E_{\text{Can}}} = \frac{0.4 \cdot (10^{\text{const} - m_{\zeta}})}{10^{0.4 \cdot (\text{const} - m_{\text{Can}})}} = 10^{0.4 \cdot (m_{\text{Can}} - m_{\zeta})} = 10^{0.4 \cdot (-1 - (-12.7))} = 10^{4.7} \approx 5 \cdot 10^4.$$

Так что требуется собрать вместе $5 \cdot 10^4$ звезд минус первой величины, чтобы они светили как полная Луна.

5. За какое время можно упасть на Солнце с орбиты Земли, если падать с нулевой начальной скоростью относительно Солнца (масса Солнца — $2 \cdot 10^{33}$ г, радиус Солнца — $7 \cdot 10^5$ км)?

Решение:

Время падения на Солнце (или на любой другой объект в подобных условиях) легче всего получить, если считать, что падение происходит по так называемому «вырожденному» эллипсу — эллипсу с нулевой малой полуосью (т.е. просто отрезку прямой). Тогда расстояние от начальной точки падения до Солнца будет равно большой оси этого эллипса, а время падения — половине периода обращения по такому эллипсу.

Для вычисления периода нужно воспользоваться III законом Кеплера: $P^2 = a^3$, где a — большая полуось эллипса в астрономических единицах, а P — период обращения в годах. В данном случае $a = 0.5$ а.е., следовательно, период $P = a^{3/2} = 0.5^{3/2} \approx 0.35$ года, около 130 дней, т.е. время падения (равное половине периода) составит около 2 месяцев. Учитывать то, что Солнце — не материальная точка, очевидно бессмысленно, поскольку радиус Солнца примерно в 200 раз меньше расстояния от Земли до Солнца.