



Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады
по астрономии
Ленинградская область

2020/2021

10 класс

Максимальный балл за всю работу равен 40

1. В каком созвездии — Стрельца или Гончих Псов — можно наблюдать большее количество переменных звезд?

Решение (8 баллов):

В Стрельце находится центр нашей Галактики, поэтому в созвездии в принципе наблюдается большее количество звезд, в том числе и переменных, даже если не принимать во внимание различие некоторых свойств звёзд в разных областях Галактики. Созвездие Гончих Псов находится практически в перпендикулярном направлении к диску Галактики, поэтому в этом направлении наблюдается существенно меньше звезд.

2. Спутник Нептуна Тритон, находясь почти на таком же расстоянии от планеты, как и Луна от Земли, имеет период обращения в 5 раз меньший, чем период обращения Луны вокруг Земли. Во сколько раз масса Нептуна больше массы Земли?

Решение (8 баллов):

Запишем III закон Кеплера для орбиты спутника, пренебрегая его массой по сравнению с массой планеты:

$$\frac{P^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$$

где P — период обращения спутника, R — радиус его орбиты, G — гравитационная постоянная, M — масса планеты. Видно, что при прочих равных $M \propto P^{-2}$, поэтому если период обращения Тритона в 5 раз меньше периода обращения Луны, то масса Нептуна должна быть в 25 раз больше, чем масса Земли.

3. Склонение Акрукса (это α Южного Креста) равно $-63^\circ 06'$. Можно ли его увидеть из какой-либо точки Европы, если известно, что столица Египта Каир находится на $30^\circ 03'$ северной широты и $31^\circ 14'$ восточной долготы?

Решение (8 баллов):

Для того, чтобы увидеть Акрукс, требуется, чтобы он хотя бы когда-нибудь поднимался над горизонтом. Высота светила в верхней кульминации выражается как $h = 90^\circ - \varphi + \delta$, где φ — широта места наблюдения, δ — склонение, поэтому увидеть звезду принципиально возможно, если выполнено условие

$$90^\circ - \varphi + \delta > 0 \quad \Rightarrow \quad \varphi < 90^\circ + \delta.$$

Подставляя склонение (можно округлить его до градусов), получаем, что Акрукс будет виден на широтах $\varphi < 27^\circ$. Это южнее Каира, который, в свою очередь, находится южнее любой точки Европы. Следовательно, увидеть Акрукс из Европы невозможно.

4. Бетельгейзе (α Ориона) в среднем имеет видимую звездную величину $+0^m.6$ и излучает только 12% энергии в видимом диапазоне спектра. Остальное в основном приходится на инфракрасный диапазон. Оцените, какой была бы средняя видимая звездная величина

Бетельгейзе, если бы человеческий глаз мог бы видеть не только в оптическом, но и в инфракрасном диапазоне.

Решение (8 баллов):

Видимая звездная величина m по определению связана с освещенностью E , создаваемой объектом, как $m = -2.5 \lg E + \text{const}$. Поэтому если обозначить индексом 0 величины для оптического диапазона, а без индекса — «новые» величины (с учетом инфракрасного диапазона), получим

$$m - m_0 = -2.5 \lg \frac{E}{E_0} = -2.5 \lg \frac{1}{0.12} = 2.5 \lg 0.12 \approx -2.3,$$

откуда $m = m_0 - 2.3 = -1^m.7$.

5. Высота полета телескопа «Чандра» над поверхностью Земли в перигее орбиты составляет 14307 км, а в апогее — 134528 км. Определите эксцентриситет геоцентрической орбиты спутника.

Решение (8 баллов):

Высота спутника отсчитывается от поверхности тяготеющего объекта, а перицентрическое/апоцентрическое расстояния отсчитываются от центра тяготеющего тела. Следовательно, для данного спутника перицентрическое и апоцентрическое расстояния равны соответственно

$$r_\pi = h_\pi + R_\oplus \approx 14300 + 6400 = 20700 \text{ км}, \quad r_\alpha = h_\alpha + R_\oplus \approx 134530 + 6400 = 140930 \text{ км}.$$

Определим значение большой полуоси орбиты спутника. Она равна полусумме перицентрического и апоцентрического расстояний:

$$a = \frac{r_\pi + r_\alpha}{2} = 80815 \text{ км}.$$

Перицентрическое расстояние связано с большой полуосью и эксцентриситетом как $r_\pi = a(1 - e)$. Отсюда

$$e = 1 - \frac{r_\pi}{a} \approx 0.74.$$