

**Ответы и решения**  
**Второй олимпиады Ришельевского лицея по астрономии**  
**2012–2013 учебный год**

**11 класс**

1. Где будет находиться Солнце, если мы будем наблюдать его из окрестностей Сириуса — одной из ближайшей к Солнцу звёзд?

Ответ: Солнце будет находиться в точке неба, противоположной положению Сириуса на нашем небе, т. е. в восточной части созвездия Геркулеса, вблизи границы с созвездиями Орла, Стрелы и Лисички.

2. В момент верхней кульминации звезды  $\alpha$  Дракона на зенитном расстоянии  $9^\circ 17'$  к северу звёздные часы показывали  $7^{\text{h}} 20^{\text{m}} 38^{\text{s}}$ , причём их поправка к звёздному гринвичскому времени равнялась  $+22^{\text{m}} 16^{\text{s}}$ . Экваториальные координаты  $\alpha$  Дракона: прямое восхождение  $14^{\text{h}} 03^{\text{m}} 02^{\text{s}}$  и склонение  $+64^\circ 37'$ . Определить географические координаты места наблюдения.

Решение. Поскольку сказано, что в момент верхней кульминации звезда  $\alpha$  Дракона имела зенитное расстояние  $9^\circ 17'$  к северу, то ясно, что  $\delta > \varphi$ , и из  $z_{\text{в}} = \delta - \varphi$  имеем для географической широты места наблюдения

$$\varphi = \delta - z_{\text{в}} = 55^\circ 20'.$$

Звёздное время  $S$  в пункте с географической долготой  $\lambda$  связано со звёздным гринвичским временем  $S_0$  равенством

$$S = S_0 + \lambda.$$

В верхней кульминации часовой угол  $t = 0$ , поэтому звёздное время в месте наблюдения

$$S = t + \alpha = \alpha = 14^{\text{h}} 03^{\text{m}} 02^{\text{s}}.$$

Звёздное время в Гринвиче

$$S_0 = 7^{\text{h}} 20^{\text{m}} 38^{\text{s}} + 22^{\text{m}} 16^{\text{s}} = 7^{\text{h}} 42^{\text{m}} 54^{\text{s}}.$$

Следовательно, географическая долгота места наблюдения

$$\lambda = S - S_0 = 6^{\text{h}} 20^{\text{m}} 08^{\text{s}},$$

или, переведя в угловые единицы,  $\lambda = 95^\circ 02'$ .

3. Солнечный ветер состоит из протонов, летящих со скоростью  $300 \text{ км/с}$  и заполняющих в районе земной орбиты межпланетное пространство в количестве  $10$  частиц на  $1 \text{ см}^3$ . С какой силой давит этот «ветер» на Луну? Масса протона  $m_{\text{п}} = 1,6 \cdot 10^{-24} \text{ г}$ , радиус Луны  $R = 1737 \text{ км}$ .

Решение. Запишем II закона Ньютона  $F = ma$  в виде

$$F = \frac{\Delta V}{\Delta t} m = \frac{\Delta m V}{\Delta t}.$$

Видим, что сила равна изменению импульса тела за единицу времени (если масса тела постоянна). Будем считать, что протоны солнечного ветра «прилипают» к Луне, передавая ей свой импульс, но не изменяют её массы.

Пусть  $V$  — скорость ветра, а  $n$  — плотность числа частиц. Тогда за единицу времени на единицу площади сечения лунного диска падает  $nV$  частиц, принося импульс  $\Delta p = m_p V \cdot nV$ . Следовательно, импульс, получаемый за единицу времени всей Луной радиусом  $R = 1737$  км, равен

$$F = \Delta p \cdot S = \pi R^2 n m_p V^2 = \pi (1,737 \cdot 10^6)^2 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^5)^2 \approx 1,37 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

4. Одна двойная звезда состоит из двух звёзд  $2^m$ , а другая — из одной звезды  $1^m$  и одной звезды  $3^m$ . Какая из этих пар ярче?

Решение. Для решения задачи достаточно вспомнить, что шкала звёздных величин логарифмическая: разница в одну звёздную величину означает, что одна звезда ярче другой в  $k$  раз. Значение  $k = 2,512$ , но для нас это уже не важно.

Пусть яркость звезды  $3^m$  равна 1. Тогда яркости звёзд  $2^m$  и  $1^m$  равны соответственно  $k$  и  $k^2$ . Для пары « $2^m + 2^m$ » имеем

$$k + k = 2k,$$

а для пары « $1^m + 3^m$ » —

$$k^2 + 1.$$

Ясно, что при любом  $k > 1$  выполняется неравенство

$$2k < k^2 + 1,$$

поэтому двойная звезда, состоящая из одной звезды  $1^m$  и одной звезды  $3^m$ , ярче.

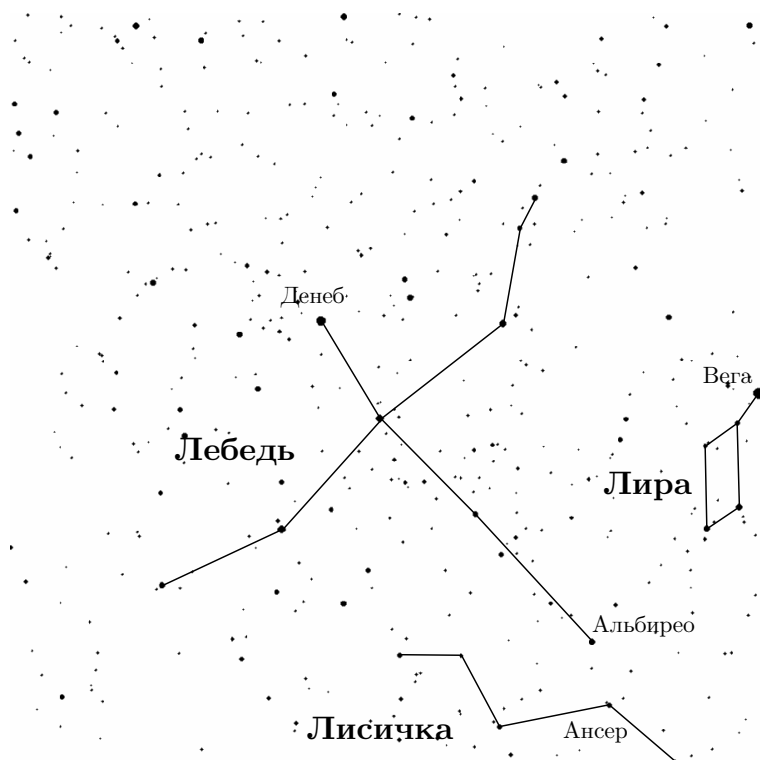


Рис. 1: Созвездия Лебедя, Лиры и Лисички.

5. Среднее расстояние от Луны до Земли равно 384 400 км, а от спутника Ио до планеты Юпитер — 421 600 км. У какого из спутников период обращения вокруг планеты больше?

Решение. Луна и Ио обращаются по своим орбитам вокруг центральных тел с существенно разной массой ( $M_{\text{Ю}} = 318M_{\text{З}}$ ), то для решения нужно воспользоваться III обобщённым законом Кеплера

$$\frac{a^3}{T^2 M} = \text{const},$$

который удобно переписать в виде

$$\frac{a_{\text{л}}^3}{a_{\text{ио}}^3} = \frac{T_{\text{л}}^2 M_{\text{З}}}{T_{\text{ио}}^2 M_{\text{Ю}}}.$$

Отсюда легко получить

$$\left(\frac{T_{\text{л}}}{T_{\text{ио}}}\right)^2 = 241,$$

или  $T_{\text{л}} \approx 16 \cdot T_{\text{ио}}$ . Таким образом, период Луны больше периода Ио.

6. На Рис. 1 приведен фрагмент звёздной карты. Какое созвездие (созвездия) на нём изображено? Что вы о нём (о них) знаете? Перечислите под рисунком, нарисуйте и подпишите на карте известные вам астрономические объекты, расположенные в указанной области. Соедините основные звёзды, чтобы получить фигуру созвездия. Нарисуйте примерные границы созвездий.

Ответ: на рисунке приведены созвездия Лебедя, Лиры и Лисички; за указание звёзд Денеб (хвост Лебедя), Альбирео (голова Лебедя), Денеб ( $\alpha$  Лиры) и Ансер ( $\alpha$  Лисички) можно получить дополнительные баллы.