

**Всероссийская олимпиада школьников по астрономии**  
**Муниципальный этап, 2012-2013 г.г.**  
**10 класс**

**Решения и ответы:**

**10.1** Шит – между Орлом, Стрельцом и Змеей.

Лисичка – южнее Лебеда, еще южнее – Стрела.

Малый Конь – между Пегасом, Водолеем и Дельфином.

Заяц – южнее Ориона.

Ворон – южнее Девы.

Рысь – севернее Близнецов и Рака.

**10.2** Растущая Луна наблюдается с вечера на западе – сразу после новолуния, на юге – в первую четверть, на востоке – вблизи полнолуния. Чем старше Луна, тем позже она заходит. Полная Луна заходит перед восходом Солнца.

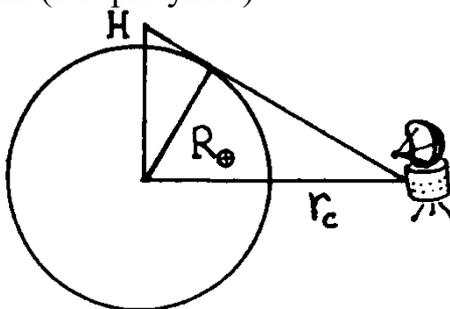
Стареющая Луна видна с вечера на востоке. Чем она старше, тем позже восходит, но при этом видна до утра. Итак, вечером всегда видна молодая Луна, утром – старая.

**10.3** Период геостационарного спутника из Третьего закона Кеплера равен

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r_c^3}{GM}},$$

где  $r_c$  – расстояние между центрами масс Земли и спутника,  $M$  – масса Земли,  $G$  – гравитационная постоянная. Отсюда  $r_c \approx 42000\text{км}$ .

Пусть  $H$  – высота антенны (см. рисунок).



Из теоремы Пифагора и подобия треугольников (считая Землю шаром) получим:

$$\frac{H + R_{\oplus}}{r_c} = \frac{R_{\oplus}}{\sqrt{r_c^2 - R_{\oplus}^2}},$$

откуда

$$H = \frac{R_{\oplus}}{\sqrt{1 - \left(\frac{R_{\oplus}}{r_c}\right)^2}} - R_{\oplus} \approx \frac{R_{\oplus}^3}{2r_c^2} \approx 73\text{км}.$$

**10.4** Нет, постольку там в это время полярная ночь.

**10.5** Пусть радиус окружности –  $R$ . Каждая из двух крайних звезд притягиваются к центру окружности двумя компаньонками и движется с ускорением

$$a = \frac{GM}{R^2} + \frac{GM}{4R^2} = \frac{5GM}{4R^2}.$$

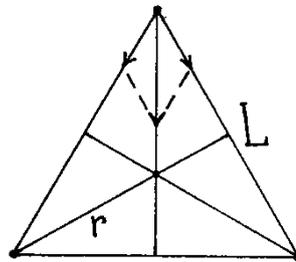
Приравняем его к центростремительному ускорению ( $V^2 / R$ ) и найдем орбитальную скорость:

$$v = \sqrt{\frac{5GM}{4R}},$$

Откуда период:

$$P = 2\pi \frac{R}{v} = 4\pi \sqrt{\frac{R^3}{5GM}}.$$

**10.6** Расстояние от звезды до центра масс ( $r$ ), лежащего на пересечении биссектрис треугольника (см. рисунок), находим используя теорему Пифагора и теорему о пересечении биссектрис, делящих друг друга в отношении 1:2 ( $r = L / \sqrt{3}$ ).



Сложив, по правилу параллелограмма, силы, действующие на звезду, найдем ее ускорение к центру масс:  $a = \sqrt{3}Gm / L^2$ , где  $m$  – масса звезды. Это ускорение играет роль центростремительного ( $v^2 / r$ ), поэтому скорость вращения  $v = \sqrt{Gm / L}$ . Поскольку орбитальный период  $P = 2\pi r / v$ , то  $(P / 2\pi)^2 = L^3 / (3Gm)$ , откуда

$$m = \frac{4\pi^2 L}{3GP^2}$$