

Третий (республиканский, краевой, областной) этап.

6-7 класс.

1. Вы наблюдаете в телескоп молодую Луну. Ваш приятель закрывает тетрадью правую (от Вас) половину объектива телескопа. Как изменится для Вас внешний вид Луны?

Решение

Внешний вид Луны не изменится, но яркость уменьшится вдвое.

2. Оцените с точки зрения астрономии строки из песни Ю. Кима:

*«А на луне, на луне, на голубом валуне
Лунные люди смотрят, глаз не сводят,
Как над луной, над луной шар голубой, шар земной
Очень красиво всходит и заходит».*

Решение

Поскольку Луна всегда обращена к Земле одной стороной, то на большей части её видимого полушария Земля видна постоянно и никогда не заходит (а на обратной стороне Луны — не восходит). То есть, в первом приближении Земля на лунном небе находится всё время в одной точке и строки Юлия Кима совсем не верны.

Однако, существуют небольшие покачивания (либрации) Луны относительно направления на Землю, связанные с некруговой формой лунной орбиты и наклоном ее оси вращения к орбитальной плоскости. В результате Земля на лунном небе совершает небольшие движения. Следовательно, в узкой области вдоль границы видимой и обратной стороны Луны Земля действительно восходит и заходит. Поэтому строки Юлия Кима верны только для наблюдателей, находящихся в этой узкой области лунного шара.

Третий (республиканский, краевой, областной) этап.

8-9 класс.

1. Найдите период обращения (в годах) астероида, у которого перигелий находится на орбите Земли, а эксцентриситет равен $e = 0,5$.

Решение

Пусть A — афелий орбиты астероида, а P — её перигелий, который, согласно условию, равен радиусу земной орбиты. Эксцентриситет орбиты астероида определяется как

$$e = \frac{A - P}{A + P},$$

откуда афелий равен

$$A = P \frac{1 + e}{1 - e},$$

а поскольку большая полуось есть

$$L = \frac{A + P}{2},$$

получаем

$$L = \frac{P}{1 - e}.$$

Из третьего закона Кеплера

$$\left(\frac{T_a}{T_e} \right)^2 = \left(\frac{L}{P} \right)^3,$$

$$T_a = T_e \left(\frac{L}{P} \right)^{3/2} = T_e (1 - e)^{-3/2} = 2^{3/2} \text{ года} \approx 2,83 \text{ года}$$

2. Как долго может продолжаться покрытие звезды Луной?

Решение

Луна совершает один оборот по небу за 27,3 сут (сидерический или звёздный месяц). Значит свой диаметр в $0,5^\circ$ она проходит за $27,3 \text{ сут} / (360 / 0,5) \approx 0,91 \text{ час} \approx 55 \text{ мин}$. Это и есть максимальная продолжительность покрытия (т.е. затмения) звезды Луной для наблюдателя, связанного с центром Земли, или находящегося в ее полярных районах. Однако, если покрытие наблюдается в районе экватора, то в результате вращения Земли наблюдатель движется со скоростью $0,5 \text{ км/с}$ в ту же сторону, куда передвигается лунная тень со скоростью 1 км/с (орбитальная скорость Луны). Поэтому для него покрытие продолжается вдвое дольше, и его длительность может достигать почти двух часов.

Третий (республиканский, краевой, областной) этап.

10-11 класс.

1. Звездой какой величины будет выглядеть Солнце с орбиты Нептуна, если тот совершает полный оборот вокруг Солнца за $T_H = 164,8$ лет, а с Земли наше светило выглядит как звезда величины $m_0 = -26,8$.

Решение

Звёздная величина Солнца с орбиты Нептуна будет:

$$m_{0N} = m_0 + 5 \lg \frac{L_{0N}}{L_{0E}}.$$

Отношение $\frac{L_{0N}}{L_{0E}}$ по III закону Кеплера есть $\left(\frac{T_N}{T_E}\right)^{2/3}$. Получаем:

$$m_{0N} = m_0 + \frac{10}{3} \lg \frac{T_N}{T_E}$$

$$m_{0N} \approx -26.8 + 7.4 = -19.4$$

2. Лучевая скорость звезды Альдебаран равна 54 км/с, её параллакс $0,05''$, а собственное движение составляет $0,2''/\text{год}$. Определите полную пространственную скорость звезды.

Решение

По определению на расстоянии в 1 парсек радиус земной орбиты виден под углом в $1''$. Расстояние до звезды составляет $1 / 0,05 = 20$ пк, следовательно, её собственное движение в линейных единицах составляет в год $(150 \text{ млн км}) \cdot (20 \text{ пк}) \cdot (0,2''/\text{год})$, т.е. около $600 \text{ млн км/год} \approx 20 \text{ км/с}$. Эта компонента скорости направлена перпендикулярно лучевой скорости звезды. Складывая компоненты по векторным законам (с помощью теоремы Пифагора), получим, что полная скорость звезды равна 58 км/с .