

Всесибирская открытая олимпиада школьников по астрономии 2021/22 учебного года

Заключительный этап

Авторские решения

7-8 классы

1. Определенная звезда. Все звезды, из-за конечности их расстояний до нас, меняют в течение года свое положение на небесной сфере. Определенная звезда за полгода поменяла свое положение на небесной сфере на $648000''$. Определите горизонтальный параллакс этой звезды в угловых секундах. (*И. О. Потатуркин*)

Решение

648000 угловых секунд – это 180 градусов.

Из звезд только Солнце способно так поменять свое местоположение на небе.

Горизонтальный параллакс Солнца

$$\frac{6400 \cdot 360 \cdot 3600}{150000000 \cdot 2\pi} \approx 8,8''$$

2. Неполноземлие. Каково расстояние между Юпитером и Землёй, когда Земля с Юпитера имеет фазу $1/3$? (*Б. Михайлов*)

Решение

Фаза $1/3$ определяет фазовый угол планеты (угол «Солнце – Земля – Юпитер») по формуле $\Phi = (1 + \cos \varphi) / 2$. Значит, косинус фазового угла равен $-1/6$, и сам фазовый угол равен $99,6^\circ$.

В треугольнике Солнце – Земля – Юпитер (СЗЮ) мы знаем стороны СЗ (1 а.е.) и СЮ ($5,2$ а.е.) и угол З ($99,6^\circ$).

Способы дальнейшего решения задачи зависят от объёма знаний участника в тригонометрии. Самый прямой и математический способ – воспользоваться теоремой косинусов для треугольника СЗЮ: $ЗЮ^2 = СЮ^2 + СЗ^2 + 2 \cdot СЮ \cdot СЗ \cdot \cos 99,6^\circ$, откуда $ЗЮ = 5,13$ а.е.

Примерно тот же ответ можно получить, сказав, что треугольник СЗЮ практически прямоугольный, и воспользовавшись теоремой Пифагора: $ЗЮ^2 = СЮ^2 + СЗ^2$, откуда $ЗЮ = 5,3$ а.е.

Либо можно воспользоваться графическим методом, построив треугольник в масштабе, отложив правильный угол при помощи транспортира и измерив нужное расстояние линейкой. При отсутствии ошибок все три метода оцениваются в равной степени.

3. Лунный календарь. 16 февраля 2022 года вечером земляне могли любоваться полной Луной. В каком созвездии мы можем наблюдать Луну в день написания олимпиады?
(И. О. Орлов)

Решение

16 февраля было полнолуние. Значит, противосолнечная точка, где и была в тот момент Луна, находилась в созвездии, в котором Солнце будет через полгода, то есть 16 августа. Это созвездие Лев.

Между 16 февраля и 20 февраля (день написания олимпиады) прошло 4 дня, и Луна сместилась на $4/27,3$ своего полного оборота (используем сидерический месяц = 27,3 суток).

Это соответствует смещению на $4/27,3 \cdot 360^\circ \approx 53^\circ$. Солнце смещается на этот угол примерно за 53 дня. То есть 20 февраля Луна будет в созвездии, где Солнце находится в момент 16 августа + 53 дня = 8 октября. Это созвездие **Дева**.

4. Купить или не купить? Астрошкольнику для наблюдений порекомендовали купить телескоп-рефлектор Levenhuk Blitz 203. На сайте продавца написано, что диаметр главного зеркала этого телескопа составляет 203 мм, фокусное расстояние — 800 мм, относительное отверстие — $f/4$. Телескоп сопровождается окуляром с фокусным расстоянием 6,5 мм. Сможете ли вы наблюдать в этот телескоп туманности со звёздной величиной 14^m? А разглядеть на Луне маленькие кратеры диаметром 10 км? (И. О. Орлов)

Решение

Проницающая способность телескопа определяется отношением квадратов диаметров входного и выходного отверстий. Из заданных фокусных расстояний и диаметра входного отверстия мы можем посчитать размер изображения после окуляра: $d = D \cdot f/F = 1,6$ мм. Это и будет наше выходное отверстие при наблюдении глазом. Попутно отмечаем, что для нормальных визуальных наблюдений в этот телескоп нам нужен окуляр с большим фокусным расстоянием.

Яркость наблюдаемого объекта повышается в $(203 / 1,6)^2 = 16$ тыс. раз, что соответствует сдвигу предела по звёздной величине на 8^m. То есть объекты со звёздной величиной +14^m будут наблюдаться **«на пределе»**, при идеальных условиях и очень хорошем зрении.

Коэффициент углового увеличения телескопа составляет $F/f = 800 / 6,5 = 123$.

5. Не такая уж и маленькая сила. Какого радиуса должны быть два шара из золота ($\rho = 19300$ кг/м³), расположенных вплотную друг к другу, если сила тяготения между ними составляет 1 Н? (Б. Михайлов)

Решение

Сила притяжения двух шаров массы M на расстоянии $2R$ между их центрами равна

$$F = G M^2 / 4R^2 = G (4/3 \pi R^3 \rho)^2 / 4R^2 = 4\pi^2 \rho^2 G / 9 \cdot R^4 = 1 \text{ Н}$$

В этом уравнении нам известно всё, кроме искомого радиуса. Выражаем:

$$R = (9F / (4\pi^2 \rho^2 G))^{1/4} = 1,74 \text{ м.}$$