Всероссийская олимпиада школьников

по АСТРОНОМИИ

Муниципальный этап

11 класс

Краткие решения

Максимальное количество баллов – 48.

Задача 1.

Комета C/2023A3 Цзыцзиньшань-Атлас (Tsuchinshan–ATLAS) прошла перигелий 27 сентября 2024 года на расстоянии 0.39 а.е. от Солнца, при этом максимального видимого блеска она достигла лишь 9 октября (хотя её наземные наблюдения в эти дни были осложнены угловой близостью к Солнцу, но с борта космических телескопов она отлично наблюдалась). Из-за чего максимум блеска запоздал относительно момента перигелия кометы?.

*Решение: Видимый блеск кометы зависит не только от её расстояния до Солнца, но и от её расстояния до Земли (**6 баллов**). На минимальное расстояние к Земле комета приблизилась как раз 9 октября, поэтому и яркость её тогда была максимальная (**2 балла вывод**).*

Задача 2.

Рисунок 1. Фото Луны вблизи «микролуния » и «суперлуниия» (негативное изображение).

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Краткие решения Муниципальный этап, 2024

Вам предложено два снимка Луны, сделанные вблизи «микролуния » 25.02.2024 и «суперлуниия» 18.08.2024 на обычный фотоаппарат с помощью объектива с фокусным расстоянием 500мм. Определите эксцентриситет орбиты Луны.

Примечание: Хотя официальных терминов «микролуние» и «суперлуние» нет, так в прессе называют полнолуния, когда Луна, за счёт эллиптичности орбиты, имеет минимальный и максимальный размеры, соответственно.

Решение: Прежде всего, ученик должен догадаться, что «микролуние» соответствует полнолунию вблизи апогея, а «суперлуние» - вблизи перигея луны ***(2 балла)****. Обозначим через Q – апогейное расстояние, q – перигейное; через D- видимый угловой диаметр в «суперлуние», d – оный в «микролуние».*

Угловой размер Луны обратно пропорционален расстоянию до неё, $D=l/q$, $d=l/Q$ ***(1 балл)****. Тогда соотношение для эксцентриситета $e=(Q-q)/(Q+q)$ эквивалентно $e= (D-d)/(D+d)$ (3* ***балла)****. Этот факт участник может либо знать, либо вывести на месте.*

*Измеряя (любым способом) диаметр Луны на изображении, получим e=0.05, что весьма близко к реальности. Верным можно считать ответ от 0.04 до 0.06 (****2 балла за ответ в этом диапазоне). Если ответ не укладывается в диапазон, но логика решения верна, задачу следует оценить не выше, чем в 6 баллов****).*

При этом, как видно, знание абсолютного значения диаметра Луны l для решения не требуется.

Задача 3.

Есть две галактики 1 и 2 с координатами $\alpha_1 = 8^h$, $\delta_1 = +10°$ и $\alpha_2 = 20^h$, $\delta_2 = -10°$ соответственно. Красное смещение для галактики 1 составляет 0.1, а для галактики 2 - 0.2. Найдите расстояние между их центрами.

.

Решение:

Зная координаты галактик из условия задачи, можно сказать, что они лежат в одной плоскости диаметрально противоположно по отношению к Земле ***(3 балла)****.*

Расстояние между центрами галактик можно найти, сложив расстояние до галактики А с расстоянием до галактики Б: $D = d_А + d_Б$.

По закону Хаббла: $V = H_0 \cdot D$ или $c \cdot z = H_0 \cdot D$, где V - скорость удаления галактики, c - скорость света, z - красное смещение галактики, H_0 - постоянная Хаббла, D - расстояние до галактики.

Тогда для галактики А: $d_А = (c \cdot z_А)/H_0$,

а для галактики Б: $d_Б = (c \cdot z_Б)/H_0$.

Формула для нахождения расстояния между центрами галактик примет вид:

$D = ((c \cdot z_А)/H_0) + ((c \cdot z_Б)/H_0) = (c/H_0) \cdot (z_А + z_Б)$. ***(3 балла формулы)***

Подставив значения, получим:

*$D = (3 \cdot 10^5/70) \cdot (0.1 + 0.2) = 1.286$ Мпк.****(2 балла вычисления и ответ)***

Задача 4.

Наблюдатель, находясь на экваторе Земли, следит за двумя звездами. Звезда А имеет экваториальные координаты $\alpha_1=01^h00^m$ и $\delta_1=60^o$, а звезда Б $\alpha_2=01^h00^m$ и $\delta_2=-{-}60^o$. Звезда А взошла в 3^h местного среднего солнечного времени. Во сколько в те же сутки взойдёт звезда Б?

Решение: Поскольку на экваторе Земли все звёзды, находящиеся на одном круге склонений (т.е. имеющие равные прямые восхождения) восходят одновременно, то звезда Б так же взойдёт в 3^h ***(8 баллов за любые верные рассуждения)****.*

Для иллюстрации этого факта можно вспомнить, что при наблюдении на экваторе Земли небесный экватор является первым вертикалом и перпендикулярен мат. горизонту.

Задача 5.

Возьмем 3 Солнца, соединим их в один объект и получим белую звезду с температурой фотосферы 10 000К и средней плотностью 0.5 г/см^3. Вычислите радиус белой звезды. Определите светимость полученной звезды в светимостях Солнца.

Решение: Плотность звезды

$$\rho = M/((4/3)\pi R^3)\ ,\ \textbf{(2 балла)}$$

откуда

$$R = [M/((4/3)\pi\rho)]^{1/3} = [3\cdot 2\cdot 10^{33}/((4/3)\cdot 3.14\cdot 0.5)]^{1/3} = 2.1\cdot 10^{11}\text{ см},\ \textbf{(2 балла)}$$

что составляет $3R_O$.

Вычислим светимость звезды: $L = 4\pi R^2\sigma T^4 = (R/R_O{}^2)(T/T_O{}^4) = 9\cdot 7.7 = 69\ L_O$. ***(4 балла)***

Задача 6.

Одна компонента двойной звезды имеет яркость 5^m, а вторая 7^m. Во сколько раз суммарный блеск двойной звезды ярче второй компоненты?

Решение: Примем освещенность Е, создаваемую слабой компонентой за единицу. Тогда яркая компонента будет давать освещенность в $(2.512)^2$ раза больше – 6.31Е. ***(4 балла)*** *Суммарная освещенность 7.31 Е, т.е. суммарный блеск двойной в 7.31 раза больше блеска слабой компоненты.* ***(4 балла)***

.

Справочные данные:

1а.е.=$1.496\cdot 10^8$ км; 1пк=206265 а.е;
Масса Солнца $2\cdot 10^{30}$ кг, Земли $6\cdot 10^{24}$ кг, Марса $6\cdot 10^{23}$ кг Луны $7\cdot 10^{22}$ кг;
Радиус Солнца – $6.96\cdot 10^5$ км.
Гравитационная постоянная G=$6.67\cdot 10^{-11}$ Н*м^2/кг^2;
Постоянная Хаббла 70 (км/с)/Мпк
Скорость света $3\cdot 10^5$(км/с)